Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

+ *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.

+ *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.

+ *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.

+ *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página `http://books.google.com`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

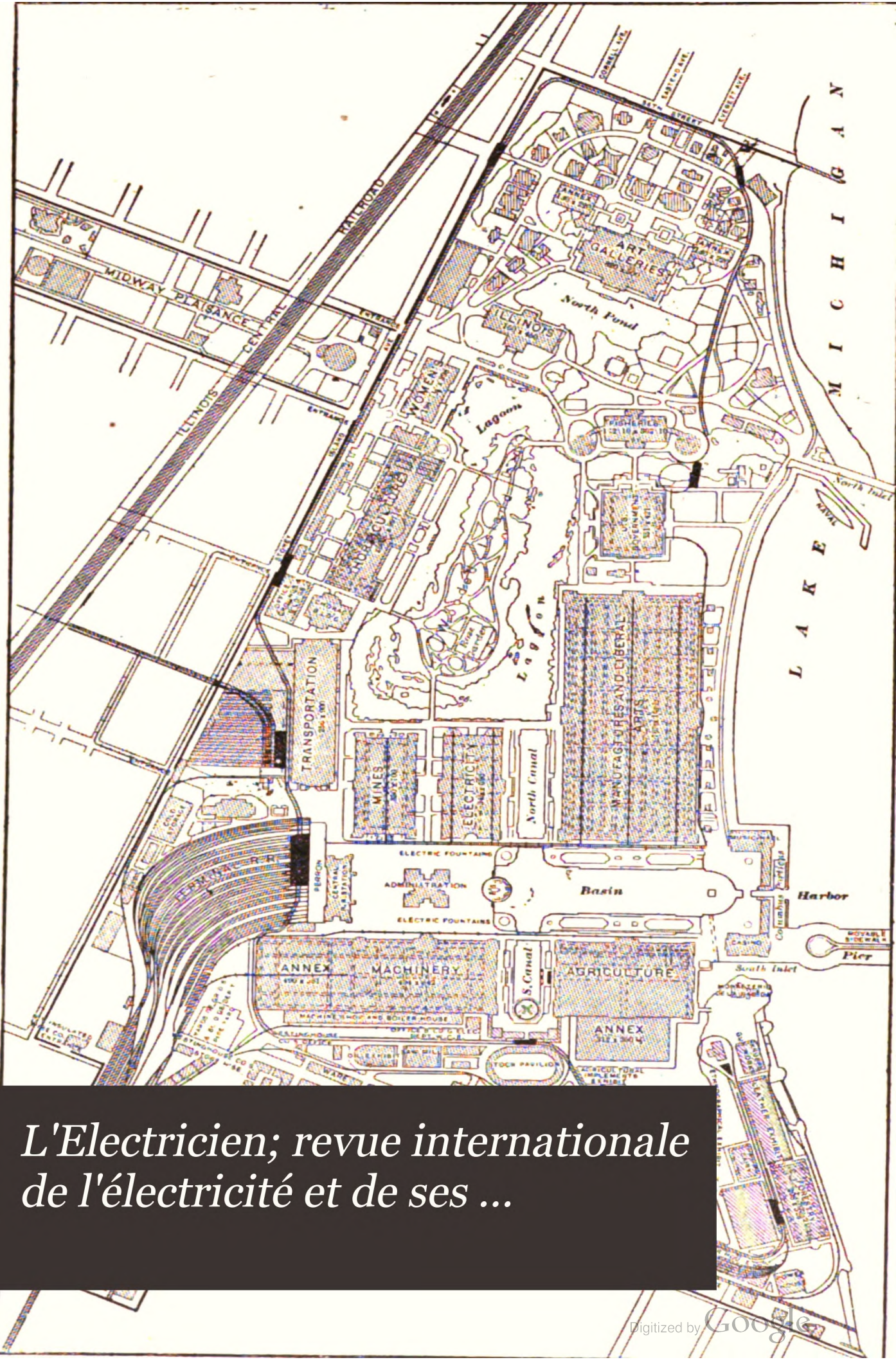
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

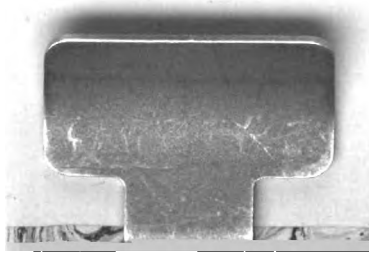
En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`



L'Electricien; revue internationale de l'électricité et de ses ...

Digitized by Google

621.305
E38



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

Digitized by Google

Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

TREIZIÈME ANNÉE

COMITÉ DE RÉDACTION :

MONNIER
Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures

ÉMILE DIEUDONNÉ
Ingénieur-Électricien

ADRIEN PALAZ
Professeur d'Électricité industrielle à l'Université de Lausanne

ERIC GÉRARD
Directeur de l'Institut Electrotechnique Montefiore

EUGÈNE MEYLAN
Ingénieur-Électricien

PAUL CLÉMENCEAU
Ingénieur
Répétiteur à l'École Centrale

MONTPELLIER
Fondateur de la *Revue internationale de l'Électricité*

DEUXIÈME SÉRIE

TOME SIXIÈME

JUILLET-DÉCEMBRE

PARIS

GEORGES CARRÉ, ÉDITEUR

58, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 58

1893

Digitized by Google

124869

LIBRARY
LELAND STANFORD JUNIOR
UNIVERSITY

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 131 1er Juillet 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE NOUVEAU LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ

L'inauguration du nouveau Laboratoire central d'électricité, construit sur l'initiative de la Société internationale des Électriciens, a eu lieu le mercredi 14 juin, sous la présidence de M. Terrier, ministre du Commerce et des Colonies.

Les bâtiments du nouveau Laboratoire ont été édifiés rue de Staël, à côté du lycée Buffon, dans un terrain mis gracieusement, par la ville de Paris, à la disposition de la Société des Électriciens.

De nombreuses personnalités du monde savant et un grand nombre de membres de la Société avaient répondu à l'invitation qui leur avait été adressée, et assistaient à la cérémonie d'inauguration. La cour du Laboratoire avait été spécialement décorée pour la circonstance, et sur l'estrade qu'on avait installée on remarquait : M. Terrier, ministre du Commerce et des Colonies ; M. de Selves, directeur général des Postes et des Télégraphes ; M. Poubelle, préfet de la Seine ; M. Muzet, vice-président du Conseil municipal ; M. Raymond, administrateur des Postes et des Télégraphes et président de la Société internationale des Electriciens ; M. Mascart, membre de l'Institut et président du Comité du Laboratoire ; M. J. Carpentier, ancien président de la Société ; M. Postel-Vinay, etc.

En sa qualité de président de la Société, M. Raymond a pris le premier la parole. Il a commencé par remercier le ministre du Commerce d'avoir bien voulu présider la cérémonie d'inauguration ; il a rappelé ensuite les origines si modestes de la Société des Électriciens, et a montré les progrès accomplis depuis sa fondation. L'orateur a terminé en exprimant l'espoir que les pouvoirs publics continueraient à accorder leur appui à une œuvre scientifique qui concourt, pour une large part, au développement et au progrès de l'industrie électrique en France.

M. Mascart a pris ensuite la parole et, en quelques mots, a exposé l'historique du Laboratoire. Il a rappelé, qu'installé dans un local provisoire que MM. Menier avaient bien voulu mettre gracieusement à la disposition de la Société, il n'avait pu être aménagé et mis en mesure de fonctionner que grâce aux dons particuliers qui lui ont été faits. L'éminent orateur fait ressortir que, malgré la modicité des ressources et le peu de moyens d'action mis, à cette époque, à la disposition du Laboratoire, cet établissement n'a pas tardé à prendre une importance considérable, et que ce succès est dû à l'activité et au dévouement de M. de Nerville, ingénieur des Télégraphes, qui le dirige depuis sa fondation. M. Mascart termine en remerciant les sociétaires et les industriels qui, par les dons importants qu'ils ont faits, ont permis à la Société de mener à bonne fin la construction des bâtiments qu'on va inaugurer.

Répondant aux deux discours qui venaient d'être prononcés, M. Terrier, ministre du Commerce, a d'abord remercié la Société des Électriciens du concours dévoué qu'elle a apporté depuis sa fondation à l'industrie électrique. Il a dit ensuite que l'appui et la sollicitude des pouvoirs publics étaient tout acquis à une œuvre aussi utile, et a terminé en promettant à M. de Nerville, pour un avenir très prochain, la récompense honorifique à laquelle il a droit, ajoutant que de telles récompenses ne pouvaient être mieux attribuées qu'à des savants modestes qui, consacrant tout leur temps aux recherches scientifiques, concouraient si efficacement à la grandeur et à la prospérité de la République.

Digitized by Google

Après avoir prononcé son éloquente allocution, soulignée à chaque instant par de nombreux applaudissements, M. Terrier, accompagné de MM. Raymond, Mascart et de Nerville a procédé à la visite des différentes salles du Laboratoire.

La visite a commencé par la salle des Machines, séparée du pavillon principal par la cour. Cette salle, qui a 25 m de longueur et 8,50 m de largeur, est disposée d'une manière très heureuse, et son installation permet de pouvoir effectuer avec la plus grande facilité tous les essais de machines électriques.

L'installation mécanique, faite à titre gracieux par M. Hillairet, comporte un arbre de transmission établi à un mètre au-dessus du sol dans toute la longueur de la salle. Il porte un grand nombre de poulies de divers diamètres qui permettent d'actionner les dynamos du Laboratoire, ainsi que celles dont on veut faire l'essai. Un système de rails, disposé parallèlement à l'arbre de transmission et monté sur un massif en béton, permet d'installer rapidement et solidement les dynamos de toute puissance et de tout modèle, dont l'essai sera demandé au Laboratoire. Pour faciliter les manœuvres qu'il y aura lieu d'effectuer, un pont roulant de cinq tonnes va être monté dans cette salle.

La force motrice est fournie par une machine à vapeur demi-fixe, à triple expansion, de 25 chevaux, offerte au Laboratoire par les constructeurs, MM. Veyher et Richemond, qui ont également fourni la cheminée en tôle de 24 m de hauteur. Un moteur à gaz, système Lenoir, de 12 chevaux, don de MM. Rouart, est également installé dans la salle des machines.

Le courant nécessaire aux divers services de l'établissement est fourni par plusieurs dynamos :

Une dynamo à courant continu de 70 volts et 300 ampères, système Sautter-Lemonnier ;

Une dynamo à courant continu de 110 volts et 80 ampères, système Edison ;

Une dynamo Gramme pour électrolyse ;

Une dynamo à courants alternatifs, système Gramme, type de 5 foyers ;

Une dynamo à courants alternatifs, système Siemens avec son excitatrice.

L'installation comporte, en outre, quelques petites dynamos et un certain nombre de moteurs électriques, ainsi qu'un transformateur Gaulard et Gibbs, du type primitif.

En quittant la salle des machines, on traverse la cour, et on pénètre dans le bâtiment principal, composé d'un rez-de-chaussée et d'un étage. Au rez-de-chaussée et à gauche du couloir central, on trouve la loge du concierge, le vestibule d'entrée, la cage de l'escalier et cinq salles spacieuses et bien éclairées ; sur la gauche, il y a la salle de photométrie et deux autres pièces, qui ne sont que des constructions provisoires.

Les cinq salles qui se trouvent en façade sur la rue sont affectées aux services suivants :

Salle 1. *Essai des fils métalliques.* — Destinée aux mesures de la conductibilité et du diamètre des fils métalliques, cette salle renferme un pont de Wheatstone à décades, un pont de Wheatstone modèle Breguet, un pont de Thomson à curseur et deux galvanomètres d'Arsonval. Tous ces appareils, installés à demeure, sont uniquement affectés à ce genre d'essais.

L'appareil spécial de Dumoulin-Froment pour la détermination précise du diamètre des fils, des jauges palmer, un tambour isolant pour enrouler les gros fils à essayer, un cylindre en ébonite pour l'enroulement de fils plus petits et des dévidoirs complètent l'outillage de cette première salle.

Salle 2. *Essai des câbles.* — Les essais de câble, au point de vue de la résistance d'isolement de leur diélectrique, s'effectuent dans cette salle où est installé un galvanomètre Thomson, avec ses accessoires et une batterie de 700 éléments de pile Leclanché, montés en tension, et que l'on peut fractionner à volonté.

Digitized by Google

Pour les câbles qui doivent être essayés dans l'eau, on a installé une grande cuve, alimentée par une prise d'eau, dans laquelle on peut facilement immerger les bobines. Des fourneaux permettent de porter l'eau à la température voulue.

Salle 3. *Mesure des différences de potentiel et étalonnement des voltmètres.* — Le matériel installé dans cette salle comporte un électromètre Mascart, avec une pile à eau de 200 éléments, un électromètre Carpentier, et un galvanomètre Deprez-d'Arsonval, disposé comme voltmètre.

Une batterie de petits accumulateurs Laurent-Cœly, composée de 500 éléments, comprenant chacun trois plaques et pesant 650 grammes, est destinée à l'étalonnement des voltmètres.

Salle 4. *Etude des étalons de force électromotrice.* — Sont installés dans cette salle : un électromètre capillaire de M. Lippmann, un galvanomètre Thomson et l'ampère-étalon de M. Pellat. On y trouve également des caisses de résistance et une série de piles étalons des différents types Latimer Clark.

Salle 5. *Electrochimie et essais de piles.* -- Cette salle constitue un véritable laboratoire de chimie et est aménagée en conséquence. Elle est pourvue de tout le matériel nécessaire pour effectuer les essais de piles et comporte, en outre, une batterie spéciale d'accumulateurs réservée aux essais électrolytiques.

Les trois autres salles du rez-de-chaussée sont : la salle des accumulateurs, la salle réservée à la mesure des intensités et la salle de photométrie longue de 19 m et large de 2,5 m.

Salle des accumulateurs. — Cette salle, fort bien aménagée, renferme actuellement trois batteries de chacune 36 éléments, système Jullien, type de 25 kg, et deux éléments de 85 kg du modèle de la Société des métaux. On va installer prochainement dans la même salle une batterie de 36 éléments, système Verdier, type de 180 ampères-heure de capacité ; une batterie de 8 éléments Verdier du type à grand débit, et une batterie de 8 éléments Tudor de 100 kg de plaques par élément.

Des tableaux de distribution permettent de grouper les éléments de différentes manières.

Salle de mesure des intensités. — Les essais à haute intensité et les étalonnements d'ampèremètres seront effectués dans cette salle, contiguë à celle des accumulateurs ; elle est pourvue d'un ampèremètre Carpentier-d'Arsonval, à pivot, de 100 ampères, de deux balances Thomson allant jusqu'à 600 ampères et d'une résistance fixe, en forme de gril, qui permet de mesurer les intensités jusqu'à 600 ampères par la détermination de la différence de potentiel aux bornes de cette résistance.

Cette salle est munie, en outre, d'un certain nombre d'ampèremètres industriels de divers modèles.

Salle de photométrie. — Un circuit d'éclairage avec de nombreuses prises de courant a été installé dans cette salle afin de pouvoir alimenter les lampes à arc ou à incandescence dont on veut mesurer le pouvoir éclairant.

Un galvanomètre d'Arsonval, monté en voltmètre, et un ampèremètre Carpentier, à pivot, allant de zéro à 2,5 ampères permettent d'effectuer les mesures de différence de potentiel et d'intensité du courant fourni aux lampes en essai.

Le banc photométrique comporte un carcel étalon avec sa balance et un photomètre de Bunsen à tache d'huile.

On y trouve également le photomètre de M. Mascart pour la mesure des éclairements et les divers étalons de lumière : lampe au pentane de Vernon-Harcourt et lampe étalon à l'acétate d'amyle de Hefner Alteneck.

Pour mesurer les intensités lumineuses des arcs dans les différentes directions, on a installé un appareil spécial à miroir.

Digitized by Google

Le laboratoire possédera aussi le photomètre que M. Blondel vient d'inventer pour la mesure de l'intensité lumineuse des arcs, l'inventeur venant d'en faire don à l'établissement.

En montant au premier étage, on trouve la même distribution qu'au rez-de-chaussée, avec cette seule différence que l'emplacement occupé dans le bas par le vestibule et une partie du logement du concierge ont permis d'en faire une vaste salle qui servira de salle de conseil et de réunion.

Quant aux cinq salles donnant sur la rue, la première a été affectée au cabinet du directeur; la seconde, au bureau des chefs de travaux, et la troisième, aux élèves. Les deux autres sont des salles réservées aux essais suivants :

Salle de mesure des capacités. — On y trouve installés un galvanomètre balistique de Thomson et un galvanomètre balistique de Branville, ainsi qu'une série de condensateurs étalons. En outre de la mesure des capacités et de l'étalonnement des condensateurs, on effectuera aussi dans cette salle la mesure des perméabilités magnétiques.

Salle d'étalonnement des résistances. — C'est dans cette pièce que sont conservées les copies des ohms étalons et les étalons secondaires en maillechort. Comme instruments de mesure, il y a un pont à fil de laiton, système de Nerville, un pont à fil Carpentier et Thomson, etc.

L'ensemble des bâtiments est d'un très bel aspect et fait le plus grand honneur à M. Moyau, architecte de l'Institut, qui, avec des ressources très modestes, a su édifier un Laboratoire parfaitement aménagé et répondant parfaitement aux exigences toutes particulières d'un établissement de ce genre.

L'installation technique des différentes salles ne laisse rien à désirer et, si l'on tient compte du peu de temps dont on a pu disposer pour l'effectuer, on est surpris de voir que M. de Nerville, assisté seulement de ses deux chefs de travaux, MM. Margaine et Perrin, ait pu arriver à un résultat aussi satisfaisant pour le jour de l'inauguration.

En présence des services déjà rendus par le Laboratoire à l'industrie et à la science électriques françaises, et du développement considérable qu'il est appelé à prendre, il serait à désirer que l'État, imitant en cela nos voisins d'outre-Rhin, subventionnât largement cet établissement, afin qu'il puisse avoir un personnel plus nombreux, un matériel plus complet et que la partie projetée des bâtiments ne tarde pas à être édifiée, les ressources actuelles de la Société ne lui ayant pas permis d'exécuter en entier toutes les constructions.

J.-A. MONTPELLIER.

COMPTEUR ÉLECTRIQUE PERRY

Le professeur Perry vient d'inventer un nouveau compteur électrique construit par MM. Johnson et Phillips, qui se présente comme un instrument éminemment robuste et simple.

Sous la forme que représente notre schéma (fig. 1), c'est un coulombmètre dans lequel l'équipage mobile est une coupe de cuivre étamé renversée, et dont les bords plongent dans du mercure, tandis qu'un pivot qui en traverse le fond repose sur des crapaudines de rubis.

Le champ magnétique puissant créé par l'aimant à pôle intérieur, qui constitue le corps de l'appareil, a ses lignes de force coupées par le courant qui des bords de la coupe gagne le pivot ; les réactions électro-magnétiques qui en résultent provoquent la rotation de l'équipage mobile. Pour éviter l'inconvénient qui, dans presque tous les compteurs à

Digitized by Google

liquide, vient fausser les résultats par suite des changements de viscosité sous l'effet des variations de température ou de l'impureté chimique, le professeur Perry n'a pas cherché dans la résistance que le liquide oppose au mouvement un effort capable d'équilibrer l'effort moteur. Les pôles de l'aimant ne sont pas concentriques ; comme on le voit sur la figure 2, ils sont, au contraire, dentés de telle sorte que chaque point du godet conducteur dans la rotation de celui-ci traverse successivement des champs d'intensité très variable; il en résulte dans la masse de cuivre des courants de Foucault, qui s'opposent au mouvement. L'importance relative de l'effet d'amortissement dû aux courants parasites par rapport à celui des frottements et de l'adhérence du liquide est telle (environ trente fois plus forte) que les erreurs imputables aux variations de ces grandeurs physiques sont négligeables, d'autant que la vitesse de rotation est très faible.

Le poids de l'équipage mobile étant presque entièrement équilibré par la poussée du mercure, et les pivots étant montés comme les pivots d'horlogerie, l'appareil est d'une extrême sensibilité et se met en marche pour les plus faibles intensités de courants.

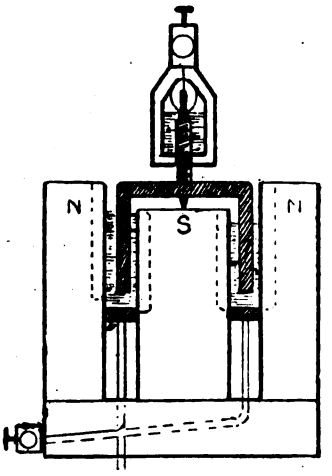


Fig. 1.

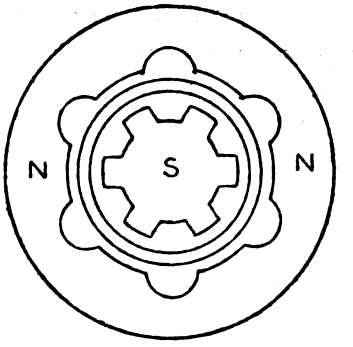


Fig. 2.

L'ensemble est robuste et simple, les cadrans sont disposés de façon à rendre la lecture très facile, l'aiguille des unités étant plus grande que les autres ; l'instrument ne donne lieu à aucune dépense de courant, il ne demande aucun soin, et peut fonctionner indéfiniment sans surveillance; enfin, d'après l'inventeur, les lectures ne sont en rien influencées par les variations de température, et restent sans cesse proportionnelles aux charges.

Enfin, avantage particulièrement intéressant pour les clients, la simplicité de la construction du nouveau compteur en fait un appareil bon marché.

Dans tous ses détails, l'instrument est bien compris, il est enfermé dans une boîte étanche robuste ; la construction en est soignée, et tout, jusqu'aux prises de courant, est simple et pratique.

Malgré cela, ce n'est qu'au temps et à la longue expérience journalière qu'on peut demander de sanctionner les qualités d'un appareil quelconque et surtout d'un instrument aussi capricieux et exposé à des causes aussi multiples de mauvais fonctionnement qu'un compteur électrique. L'appareil dont nous venons de donner une idée semble, à coup sûr, pratique, et les seuls défauts immédiats qu'on puisse lui reprocher sont d'abord d'employer le mercure, et, en second lieu, d'avoir un aimant permanent sujet à changer d'intensité d'aimantation.

Digitized by Google

L'emploi du mercure n'est pourtant pas ici aussi désavantageux que dans les instruments similaires, l'influence de sa pureté chimique étant minime.

Quant à ce qui est de l'aimantation, voici la méthode suivie pour lui assurer une durée telle qu'elle reste pratiquement invariable (toujours d'après les constructeurs), des aimants obtenus de cette façon n'ayant pas varié d'un millième après cinq ans.

Un fil conducteur est enroulé dans l'espace laissé libre entre le pôle intérieur et le pôle extérieur; deux blocs aimantés sont juxtaposés par leurs extrémités pour fournir un circuit magnétique complet. On envoie alors pendant une dizaine de secondes, dans le fil de l'enroulement, un courant assez intense pour porter celui-ci au rouge blanc s'il était de plus longue durée : le courant étant interrompu, on sépare les deux blocs ; l'intensité d'aimantation diminue brusquement, puis a une légère tendance à augmenter pour arriver à un état permanent invariable.

M. Leroy.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, le 15 juin 1893.

L'Exposition de la Société Royale de Londres, qui a eu lieu le 7 courant à Burleighton-House, a été un brillant succès. Ces séances ont lieu deux fois par an, et toujours les salles sont combles.

Une bonne partie des appareils exposés intéressaient la science électrique. M. Campbell Swinton montrait ses expériences de haute fréquence; celle qui a eu le plus de succès consistait à amener à l'incandescence une lampe de 5 bougies par un courant traversant le corps de l'expérimentateur.

Mise en court-circuit par un solénoïde de gros fil de cuivre, la lampe n'en continue pas moins à brûler, la selfinduction de ce solénoïde offrant au courant une bien plus grande impédance que la lampe, malgré la différence des résistances ohmiques.

Quelques-unes des dames présentes n'ont pas hésité à répéter sur elles-mêmes des expériences qui, comme on le sait, sont absolument inoffensives.

Le capitaine Mac Evoy exhibait son hydrophone; c'est un microphone modifié destiné à fonctionner sous l'eau et à annoncer l'approche des navires; mais il ne peut servir que dans les fonds de peu de profondeur. On prétend que l'appareil décèle déjà un torpilleur à 800 m et un cuirassé à 1,5 km.

L'hydrophone est immergé et il est influencé par les vibrations de l'eau : un téléphone ordinaire placé à terre ou à bord d'un navire et relié par un câble au microphone sert de récepteur.

Sir D. Salomons et M. Pyke montraient de belles expériences de décharges électriques dans des tubes à divers degrés de vide et dans différentes conditions.

M. Preece avait réuni une collection du plus haut intérêt, comprenant des échantillons de câbles divers attaqués par les tarets et autres mollusques; il y avait même quelques-uns de ces terribles animalcules en vie, provenant de Plymouth (*Saxicava Rugosa*).

***

Le 23 courant, aura lieu, à l'hôtel de la Société des Aquarellistes, la fête annuelle donnée par le président de l'Institution des Ingénieurs Électriciens; la grande popularité du président actuel permet d'assurer que l'assistance sera nombreuse.

***

Un Comité mixte de la Chambre des lords et des communes a été nommé pour étudier la question des rapports des diverses industries électriques et de leur protection réciproque. Il s'agit naturellement des conflits soulevés, dans ces derniers temps, entre les intérêts de la téléphonie et ceux de la traction électrique. Il y a en ce moment un grand nombre de demandes de concession pour des chemins de fer électriques qui sont soumises au Parlement, et il s'agit de savoir s'il ne convient pas d'y insérer des clauses protectrices des intérêts déjà existants.

Tous ceux qui s'occupent ici de traction électrique se rendent bien compte de l'importance des décisions de ce Comité; déjà, antérieurement,

Digitized by Google

ils ont constitué une association : l'*Electric Traction Association*, et ils feront tout ce qui est possible pour influencer le Comité dans le sens de leurs intérêts.

La section d'électricité de la Chambre de commerce de Londres a aussi nommé un Sous-Comité qui doit s'occuper de la même question.

C'est la « National Telephone Company » qui représente les intérêts opposés; ses circuits à un seul fil et retour par la terre souffrent cruellement du voisinage des lignes de tramways. Le département des Postes et Télégraphes et les Compagnies de chemins de fer sont également intéressés dans la question, mais à un degré moindre, et leur action sera plus modérée. Le Comité dont nous parlions tout à l'heure, et qui devra entendre les diverses parties en cause, tiendra sa première séance lundi prochain.

***

On signale dans ces derniers temps des perturbations bizarres causées aux lignes et appareils télégraphiques par la foudre.

Dimanche dernier, un poteau télégraphique fut frappé par la foudre à Alverstoke, dans le Yorkshire; la moitié d'un bras métallique et un isolateur furent arrachés, ainsi que le chapeau du poteau. Le fil de terre a été fondu du haut en bas à l'exception des parties directement fixées au poteau; quant à ce dernier, il n'a pas souffert le moindre dommage, ce qui démontre l'efficacité de la protection du fil de terre.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 juin 1893

M. A. Cornu présente une note de M. Vaschy *sur la propriété générale d'un champ quelconque n'admettant pas de potentiel* [1].

***

M. Bouchard présente une note de M. H. Leloir relative à *l'emploi de l'effluve électrique comme moyen de traitement des prurits cutanés rebelles*. La méthode employée par l'auteur consiste à placer le malade sur un tabouret à pieds de verre, et à le mettre en communication avec l'un des pôles d'une puissante machine statique; puis d'approcher de la région malade, à 10 ou 15 cm environ, une pointe métallique reliée à l'autre pôle de la machine. La pointe doit être promenée lentement sur toute la région malade, et la durée d'application est d'environ 12 à 15 minutes. Bon nombre de cas ont été guéris par l'auteur au bout d'un nombre de séances variable [2].

Ohmmètre Carpentier

M. Armagnat a présenté dernièrement à la Société internationale des Électriciens un nouveau modèle d'appareil pour la mesure des résistances d'isolement, qui présente assez d'intérêt pour que nous en disions deux mots ici.

Cet appareil est basé sur le même principe que la boussole de proportion de M. Carpentier (1881), principe qui est également celui des ohmmètres Ayrton et Perry, et de l'appareil d'Ewershed, dont nous parlions dernièrement. Ce principe consiste à faire agir sur une aiguille aimantée deux bobines disposées à angle droit; si les forces extérieures, c'est-à-dire l'action du champ terrestre, sont négligeables, par rapport au champ des bobines, la position de l'aiguille ne dépend plus que du rapport des courants dans les deux cadres; si donc on fait agir sur les deux circuits une même force électromotrice, de valeur quelconque, la position de l'aiguille ne dépend que du rapport des résistances. Si l'une de ces résistances est donnée, la position de l'aiguille est fonction de l'autre, et peut servir à l'indiquer sur un cadran, comme on lit des volts ou des ampères.

En pratique, avec la disposition ordinaire de l'équipage, il est cependant difficile de réaliser la condition ci-dessus indiquée, à moins d'employer des forces électromotrices élevées, pour obtenir des actions considérables; dans le cas où la source est une petite magnéto, on est, de plus, obligé de l'éloigner de l'appareil pour ne pas troubler ses indications.

Cette considération a engagé M. Carpentier à établir un modèle d'ohmmètre à cadre mobile, dans le genre des galvanomètres Deprez-d'Arson-

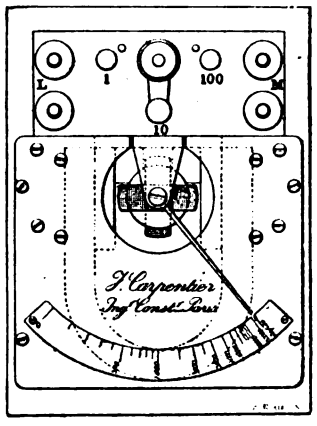
[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, n° 24, p. 1355.
[2] *Comptes rendus*, t. CXVI, n° 24, p. 1413.

Digitized by Google

val, avec aimants fixes. On n'a plus à craindre ici les champs extérieurs, et on peut réaliser des efforts plus considérables, ce qui rend les lectures plus sûres.

Le nouvel appareil consiste donc en deux cadres placés à 90 degrés l'un sur l'autre et mobiles dans deux champs puissants fournis par un aimant permanent et concentrés par deux noyaux en fer.

L'un des cadres est directement en circuit avec la source de force électromotrice, l'autre est en série avec la résistance à mesurer; les deux couples de sens inverse qui agissent sur les cadres



sont donc tous deux proportionnels à la force électromotrice de la source, et l'un est inversement proportionnel à la résistance à mesurer; l'équipage prend la position par laquelle ces couples sont égaux; il ne faut donc pas ici que les champs soient uniformes, mais, au contraire, qu'ils croissent depuis la ligne médiane jusqu'à la ligne qui lui est perpendiculaire, où l'action devient nulle.

La figure ci-contre montre comment l'appareil a été réalisé; le double équipage est monté entre pointes et supporté par des chapes en agate; le courant est amené dans les deux cadres par quatre boudins flexibles. Ces boudins, si flexibles qu'ils soient, introduisent une nouvelle force dont la théorie ne tient pas compte; il faut donc qu'elle soit négligeable par rapport aux autres, ce qui oblige à employer une force électromotrice élevée. Pour arriver à la plus grande exactitude, il faut que le cadre soit maintenu par ces boudins dans la position qui correspond à la résistance infinie, c'est-à-dire au cas où l'un des cadres n'est plus parcouru par aucun courant, et où l'autre cadre est dans un champ nul; c'est, en effet, aux environs de cette position que les efforts sont les plus faibles.

Le cadran de l'appareil est divisé de 0 à 50 000 ohms; au moyen de deux shunts, on peut réduire de 10 ou de 100 fois l'action du cadre en dérivation, ce qui permet de lire jusqu'à 5 000 000.

L'appareil est complété par une petite magnéto mue par une manivelle qui donne 120 volts lorsqu'elle fait 100 tours par minute, vitesse que l'on tend, paraît-il, naturellement à dépasser. Dans ces conditions, l'influence des boudins est négligeable.

On a eu soin de faire une subdivision en 8 sections, afin d'avoir une force électromotrice à peu près continue: une bonne précaution, car, dans le cas des câbles à capacité considérable, une force électromotrice fortement ondulatoire peut donner lieu à de fortes erreurs. — E. M.

JURISPRUDENCE

Jugement rendu par la Cour d'appel de Paris dans l'affaire intentée à M. Rousseau par la Société française d'accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar. — Nous croyons intéressant de reproduire les principaux considérants du jugement rendu, le 5 mai dernier par la Cour d'appel de Paris, dans l'affaire relative aux brevets Faure-Sellon :

— En ce qui concerne le brevet Sellon :

Adoptant les motifs des premiers juges ;

Considérant en outre que Rousseau soutient devant la Cour que si Pollack a revendiqué l'alliage d'antimoine comme propre à donner de la rigidité au plomb employé dans la construction des plaques, le dit Pollack a entendu parler non de la rigidité qui résiste à une action mécanique, mais d'une aptitude spéciale à ne pas se déformer sous l'action du courant électrique ;

Mais considérant qu'il n'apparaît pas que Sellon, dans sa revendication, ait envisagé d'autres résultats industriels que ceux qui résultent de la rigidité physique proprement dite ;

Qu'en effet :

La prétention de Sellon se produit pour la première fois en appel, et n'a pas même été formulée devant les experts ;

Qu'il s'est contenté d'alléguer devant eux, sans

Digitized by Google

réussir à les convaincre, que l'emploi de cet alliage augmentait la force électromotrice des couples ;

Que cette prétention doit donc être rejetée ;

En ce qui concerne le brevet Faure :

Considérant que les piles secondaires, qui étaient connues depuis le commencement du siècle, n'avaient pas acquis de puissance notable, et n'avaient pas semblé susceptibles d'applications en dehors des laboratoires, avant les travaux de Planté, qui ont commencé vers 1859 ;

Considérant qu'il résulte des documents de la cause et des débats, ainsi que du rapport des experts :

Que Planté formait ses piles secondaires, lesquelles ont été postérieurement dénommées accumulateurs, au moyen de lames de plomb plongeant dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, dans laquelle il faisait passer un courant provenant d'une pile primaire ;

Que l'une des plaques s'oxydait tandis que l'hydrogène réduisait l'autre, mais que cette première opération était très superficielle ;

Qu'il fallait renverser le courant et faire subir à chaque plaque l'opération inverse ;

Qu'après un certain nombre de ces inversions successives, les plaques prenaient un état physique, particulier, qu'on peut appeler spongieux, facilitant la pénétration du liquide à travers la masse et avec lui les actions chimiques qui accompagnent l'électrolyse ;

Qu'une dernière opération semblable aux précédentes laissait une des plaques peroxydées, l'autre réduite, et que, dans cet état, l'énergie électrique était emmagasinée dans l'appareil, l'accumulateur chargé et prêt à rendre cette énergie lorsqu'il en serait sollicité par des moyens appropriés, mais que ces opérations avaient l'inconvénient d'être démesurément longues et lentes au point de durer des semaines et même des mois ;

Considérant que Faure eut l'idée, sans rien changer au mode de formation employé par Planté, de substituer aux plaques de plomb pur, aux dépens desquelles se formait la pile secondaire, de nouvelles plaques, dans lesquelles le plomb ne jouait plus que le rôle de support et qu'il enduisait d'*un oxyde* ou d'*un sel de plomb ;*

Que cette matière étant beaucoup plus pénétrable aux actions chimiques développées par le courant électrique, la pile secondaire se formait plus rapidement et acquérait en quelques jours l'état spongieux recherché et se trouvait achevée dans un intervalle de 80 à 150 heures, résultat qui permettait à cette sorte de pile d'entrer dans la phase pratique de son emploi industriel ;

Considérant que ce qui caractérise l'invention de Faure, c'est d'avoir remplacé par l'*application manuelle ou mécanique d'une matière plombique* le long travail que Planté n'avait su réaliser que par l'action électrolytique, de manière à ce que les premières atteintes de l'action électrolytique rencontrassent une couche métallique aussi profonde que possible combinée à l'oxygène ;

Considérant que Pollack, dont Rousseau est le concessionnaire, vint après Faure et prit comme celui-ci une plaque enduite d'*un sel de plomb*, mais qu'au lieu de soumettre cette plaque avec d'autres plaques semblables à l'action d'un courant extérieur dans un bain d'eau acidulée sulfurique, Pollack fait figurer la plaque dont il s'agit comme électrode dans une pile primaire dont l'électrode contraire est une plaque de zinc, le tout plongeant dans une solution de chlorure de sodium ;

Que les actions chimiques qui se développent dans cet appareil ont pour effet de réduire le sulfate de plomb, de manière à le transformer en plomb spongieux ;

Que lorsque les éléments plombiques sont ainsi préparés, ils sont soumis par le procédé Planté à la formation définitive et au chargement au moyen du courant d'une autre pile ou d'une source électrique quelconque ;

Considérant que Pollack prétend être arrivé au même résultat que Faure, à savoir la formation rapide des piles secondaires Planté, sans avoir rien emprunté au procédé de Faure ;

Que pour établir ce point, Pollack fait remarquer que son opération comprend deux phases :

Premièrement : la préparation des plaques,

Deuxièmement : leur chargement ;

Que la première de ces opérations est empruntée à Becquerel et la seconde à Planté ;

Qu'en effet la préparation des plaques Becquerel antérieurement aux travaux de Planté formait une pile primaire dont une électrode était composée d'une tige métallique autour de laquelle il tassait un sel de plomb comprimé avec du chlorure de sodium, tandis que l'autre électrode était une plaque de zinc, le tout plongeant dans un liquide formé d'une solution de chlorure de sodium ;

Que l'hydrogène réduisait le sel de plomb et le rendait spongieux ;

Que, d'autre part, pour le chargement des plaques, Pollack prétend avoir suivi les procédés de Planté ;

Qu'ainsi,

Pollack serait arrivé, suivant lui, au résultat cherché, par les combinaisons de deux moyens dont chacun était antérieur au brevet Faure et tombés dans le domaine public ;

Mais, considérant qu'il est impossible de faire abstraction de cette circonstance qu'en opérant ainsi qu'il le faisait, Becquerel ne se proposait que de construire une pile primaire dans laquelle la polarisation de l'électrode négative par l'hydrogène était empêchée en donnant à ce gaz un aliment et un emploi, si bien que lorsque le sel de plomb s'était, dans toute sa masse, pénétré de cette action, cette électrode ne pouvait plus servir ;

Considérant que dès cette époque on aurait pu songer à utiliser le plomb spongieux ainsi formé à la construction de piles secondaires, mais qu'il ne semble pas que cette idée soit venue à personne, pas même à Planté, bien qu'il connût cette pile et qu'il travaillât, suivant la remarque des experts, dans un laboratoire voisin de celui de Becquerel ;

Considérant que Faure est le premier qui, donnant au procédé de Becquerel une destination nouvelle et appliquée à la construction des piles secondaires, l'enduit plombique mis sur un support métallique ;

Qu'il est constant que Faure n'ignorait pas ce précédent, puisque dans le texte des revendications contenues dans sa demande de brevets, il réclame la préparation des deux éléments en empilant le plomb pulvérulent ou les oxydes mélangés de particules neutres autour des éléments ou contre les éléments et en toute épaisseur, ce qui, dit-il, n'a pas été fait jusqu'ici que pour un seul élément ;

Considérant que Faure, préoccupé sans doute de

Digitized by Google

l'existence de ce précédent, au point de vue de la nouveauté de sa propre invention, et soucieux de faire apparaître les différences qui la distinguaient d'une antériorité qui aurait pu être alléguée contre elle, a cru devoir mettre en relief cette circonstance que dans son procédé les deux électrodes étaient enduites simultanément d'oxyde de plomb (ou de toute autre matière pouvant remplir le même objet);

Considérant qu'en envisageant la réalité des choses il n'y a pas lieu de dégager l'invention de Faure de la pile de Becquerel, mais de l'y rattacher, au contraire, étant bien observé qu'elle constitue l'application d'un moyen connu, qui est l'apport manuel d'oxyde ou de sulfate de plomb autour de la plaque pour l'obtention d'un résultat industriel nouveau, à savoir : la formation rapide des piles secondaires ;

Qu'il n'importe guère, au point de vue de l'étroite parenté des deux procédés, que Faure dit obtenir la réduction du sel ou de l'oxyde de plomb par un moyen qui n'était pas identiquement semblable à celui qu'employait Becquerel ;

Que ce qu'il y avait d'essentiel dans le procédé n'était pas le choix du bain électrolytique, ni celui de l'électrode contraire, mais bien l'usage du sel de plomb appliqué manuellement, préalablement à l'intervention de l'action électrique, pour obtenir un résultat industriel nouveau et des plus considérables, soit une invention brevetable;

Considérant qu'au nom de Rousseau on fait ressortir cette différence que Pollack ne charge sa plaque, c'est-à-dire n'en fait un accumulateur, qu'après l'avoir préalablement préparée à l'état spongieux, tandis que Faure forme cet accumulateur d'emblée, et fait intervenir un courant extérieur dès le début de l'opération, aussitôt après l'application de l'enduit plombique ;

Mais considérant que cette différence ne ferait pas que Pollack n'aurait pas emprunté une chose essentielle aux procédés de Faure, à savoir : enduit préalable qui doit faciliter la pénétration des actions chimiques et en accélérer le résultat ;

Qu'au surplus, et à regarder les choses de près, cette prétendue formation d'emblée, qui n'est pas le but visé par l'inventeur, perd beaucoup de sa réalité ;

Qu'il est bien vrai que dès le début les couples de Faure accumulent de l'énergie électrique, mais en proportion très faible d'abord, puis de plus en plus grande après chaque inversion de courant, mais que ces opérations successives, qui ont pour résultat le chargement de la pile, ont pour but depuis la première jusqu'à l'avant-dernière inclusivement, non pas ce chargement même, mais la préparation des plaques, en vue d'obtenir l'état spongieux par l'action d'un courant électrique, et procéder ensuite au chargement;

Qu'ainsi le point de départ et la série des opérations se poursuivent, suivant une marche parallèle;

Qu'à la vérité le mode de réduction du plomb semble différer d'un procédé à l'autre, mais que les conséquences que Rousseau prétend en tirer ne seraient légitimes que si l'invention de Faure ne constituait pas l'application d'un moyen pour l'obtention d'un résultat industriel entièrement nouveau;

Qu'en faisant servir l'électrode au sulfate de plomb de Becquerel à la préparation des éléments d'une pile secondaire, Pollack a dû nécessairement passer par l'opération qui constitue l'invention brevetée de Faure, et ainsi commis au préjudice de celui-ci le délit de contrefaçon ;

Considérant qu'en l'absence d'appel du ministère public il n'y a pas lieu de prononcer la peine ;

Considérant que la Cour ne possède pas, quant à présent, les éléments d'appréciation nécessaires pour évaluer l'importance du préjudice, et fixer le chiffre de l'indemnité :

Dit que Rousseau a commis le délit de contrefaçon en fabriquant les accumulateurs dont la propriété brevetée appartient à la Société française d'accumulateurs électriques.

BREVETS D'INVENTION

(Liste communiquée par l'Office Émile BARRAULT, fondé en 1856, 58 *bis*, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris)

227873 **Correns.** — Fabrication électrolytique de plomb poreux (13 février 1893).

227888 **Gentzsch, Goldschmidt et von Scanavi.** — Matière isolante pour l'électricité (13 février 1893).

227894 **Skucek et Jelen.** — Procédé électrique de teinture (13 février 1893).

227914 **Tarin et Bordier.** — Accumulateur électrique (14 février 1893).

227919 **Tresel.** — Lampe à arc (14 février 1893).

227924 **Clark.** — Signaux électriques (14 février 1893).

227950 **De Ferranti.** — Transmission des courants à haute tension (15 février 1893).

227963 **Harris.** — Perf. dans les chemins de fer électriques (15 février 1893).

227973 **Société Hillairet-Huguet.** — Dispositif de manœuvre pour dynamos réceptrices (16 février 1893).

227978 **Hylton-Foster.** — Vêtement électromagnétique (16 février 1893).

227935 **Lyon.** — Application de l'ozone au traitement des bois et vernis (16 février 1893).

227987 **Clariot.** — Commande des appareils électriques (16 février 1893).

228005 **Mourot.** — Moteur électromagnétique (17 février 1893).

Digitized by Google

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Les effets du magnétisme sur le corps humain. — M. Kennelly (du laboratoire Edison) et le Dr Peterson, membre de l'Académie de médecine et de chirurgie, ont présenté devant l'Association électro-thérapeutique d'Amérique un Rapport sur les résultats des expériences entreprises par eux sur les effets du magnétisme sur les animaux et sur l'homme. Les expériences ont porté sur des chats, des grenouilles, des chiens, des enfants et sur les expérimentateurs eux-mêmes. Pas plus le sang humain que celui des grenouilles n'a montré aucune trace de polarisation, mouvement ou vibration. En vue de vérifier les assertions des théoriciens allemands qui prétendent que le magnétisme augmente la résistance à la conduction des nerfs moteurs, et cause la paralysie, un jeune chien fut enfermé pendant cinq heures consécutives dans un cylindre placé dans le champ d'un puissant aimant. L'effet produit sur l'animal fut nul, et il sortit de là aussi vivant qu'il y était entré. Un enfant placé alors dans le champ de l'aimant n'en ressentit aucun effet. Cependant le champ magnétique était assez intense pour faire plier des fils de fer et pour maintenir au contact des chaînes de fer si fortement qu'il fallait les efforts de plusieurs hommes pour les détacher.

Les expérimentateurs eux-mêmes et leurs aides s'étendirent alors successivement sur une table entre les pôles d'un énorme électro-aimant par lequel le courant agissait par intermittence ; un observateur prenait pendant ce temps, avec un appareil enregistreur, la marche des pulsations du patient, pendant que l'autre observait la respiration.

Le sujet tenant à la main une pièce de fer pouvait juger par son attraction des moments où l'électro était actif, mais n'éprouvait aucun autre effet.

Les expérimentateurs concluent que l'organisme humain n'est en aucune façon influencé par les plus puissants aimants connus, et que ni le cerveau ni les nerfs ne peuvent en recevoir ni sensations ni impulsation. Il est possible qu'on découvre quelque jour des électro-aimants dont la force soit suffisante ou le nombre des alternances de polarité assez considérable pour agir sur le système nerveux ; mais, aussi loin que les expériences ont pu être poussées, l'électromagnétique semble n'avoir aucune influence sur le corps humain (*Electrical Engineer*). — M. L.

Le poids mort des voitures et tramways. — L'*Electrical Engineer*, énumérant le surcroît de dépense auquel entraîne le poids mort des voitures et tramways électriques (dépense de matériel, de force motrice, de capital immobilisé et d'entretien), suggère l'idée d'appliquer à ce matériel roulant les mêmes principes de construction qu'aux bicyclettes modernes. Il est certain que, dans certains types soumis cependant à une fatigue considérable et marchant à des vitesses de plus de 20 km à l'heure, le poids mort par personne est d'une quinzaine de kilogrammes ; et cependant ces véhicules légers sont assez robustes pour rouler sans avaries sur des routes même assez mauvaises.

Notre confrère se demande si l'on ne peut pas, en même temps qu'on adopte la traction électrique, renoncer au trop grand poids mort. Et comme solution, il propose de laisser la construction des tramways électriques à ceux qui, comme les fabricants de vélocipèdes, ont voué leur vie à la réduction du poids mort des véhicules d'après des principes scientifiques. Une construction n'est, en effet, ni moins parfaite ni moins robuste si l'on n'y emploie pas les matériaux inutiles, et ceux qui s'occupent de tramways électriques devraient considérer comme aussi importante la réduction possible du poids mort des voitures que le rendement des dynamos et des machines. Cette question mérite en tout cas d'être étudiée. — M. L.

Embarcation électrique. — On construit en ce moment, dans les chantiers de l'« Electric Launch Company » de New-York une yole électrique destinée au commandant du croiseur cuirassé le *New-York ;* elle aura 30 pieds de longueur à la flottaison, 6 pieds de large et un tirant d'eau de 22 pouces. La vitesse présumée est de 6 à 7 nœuds à l'heure, pendant cinq à six heures. Cependant cette vitesse peut être augmentée en fonctionnant moins longtemps. Le courant est fourni par une batterie d'accumulateurs ; le moteur est placé sous le plancher de la chambre, et directement attelé sur l'arbre de l'hélice en bronze. Les 64 éléments formant la batterie sont répartis sur les sièges et sous le plancher. Les fargues sont très élevés au-dessus de l'eau pour protéger la chambre contre les embruns quand l'eau est agitée. Cet essai présente un gros intérêt, et les expériences entreprises seront suivies avec grande attention pour se rendre compte de la valeur réelle de ce mode de force motrice dans ce cas particulier. Les embarcations électriques à bord des navires de guerre remplaceraient avantageusement les canots à vapeur ; toujours prêtes à fonctionner, elles ne demanderaient pas comme ceux-ci la présence presque continuelle d'un mécanicien et d'un

Digitized by Google

chauffeur chargés de maintenir la pression de la chaudière.

Pour porter rapidement un ordre en rade, ou pour le service des communications avec la terre, elles seraient toujours prêtes, et n'immobiliseraient pas, comme les embarcations à rames, un personnel nombreux qui serait souvent bien utile à bord.

En outre de cela, les embarcations électriques, ne dégageant ni fumée ni odeur, sont, à ce point de vue spécial, très supérieures aux chaloupes à vapeur, qui salissent et enfument tout le navire quand elles sont en attente le long du bord.

Nous ne parlons pas ici de l'avantage immense qu'on en tirerait en les employant comme canots porte-torpilles, parce que nous ne croyons pas encore la question assez mûre, la capacité encore trop restreinte des accumulateurs ne permettant pas de s'éloigner à une assez grande distance avec tout l'aléa possible d'une attaque. Nous n'avons en vue ici que le service en rade ou en mer calme des embarcations destinées à porter les ordres, à transporter les officiers, enfin à remplir les divers offices des canots à vapeur et des canots à rames.

Les accumulateurs chargés la nuit pendant le moment où la consommation de courant est minima (car il faut remarquer que, la partie la plus importante des navires modernes ne recevant jamais le jour, l'éclairage y fonctionne nuit et jour et, à cause du service, est plus important le jour que la nuit) débiteraient pendant les moments de la journée où on aurait besoin d'eux; il est, en effet, rare qu'une embarcation doive marcher plus de cinq heures par jour; en tous cas, il serait facile de recharger partiellement les batteries pendant le séjour forcé des embarcations aux tangons des navires.

De cette façon, on aurait toujours des canots prêts à partir à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit; au besoin, de petits projecteurs alimentés par les batteries pourraient rendre des services quand le canot ferait des rondes, ou pour chercher un homme tombé à la mer pendant la nuit.

Actuellement, dans nos escadres, il n'y a pas d'embarcation à vapeur ayant ses feux allumés passé dix heures du soir, et le temps nécessaire à faire embarquer de nuit les hommes de l'armement d'un canot à rames est, en général, beaucoup trop long pour être d'aucune utilité dans les cas pressés. — M. L.

L'éclairage électrique à Lyon. — Une nouvelle station centrale d'électricité, destinée à fournir l'éclairage de trente-trois immeubles dans le quartier de la place Bellecour, vient d'être mise en service.

La canalisation n'emprunte point la voie publique; elle est établie au moyen de fils nus aériens, supportés par des isolateurs; la ligne passe au-dessus des immeubles et descend dans l'intérieur des cours pour pénétrer chez les abonnés.

L'installation, faite par la maison R. Alioth, de Bâle, comporte: deux chaudières multitubulaires ayant chacune 42 m² de surface de chauffe et construites par la maison Bonnet et Spazin, de Lyon; un moteur à vapeur Piguet de 50 chevaux pouvant développer jusqu'à 80 chevaux; une dynamo à courant continu, système Alioth, de 250 ampères et 170 volts; et enfin une batterie d'accumulateurs de 70 éléments Tudor, pouvant donner à la décharge un courant de 120 ampères.

L'hectowatt-heure est fourni à raison de 10 centimes. Actuellement, il y a 460 lampes souscrites, et sous peu ce nombre sera doublé. — M.

L'électricité au Japon. — Le gouvernement japonais a décidé d'éclairer à l'électricité les ouvrages fortifiés des côtes du Japon. — E.

Éclairage électrique de Buda-Pesth. — La Compagnie du gaz autrichienne va entreprendre l'éclairage électrique de Buda-Pesth. L'usine sera située à 3 km de la ville, elle comprendra deux machines à triple expansion de 500 chevaux, couplées directement à deux alternateurs de 1800 volts et 100 ampères. Ces alternateurs fonctionneront en quantité. Le courant sera amené à une sous-station située en ville, au moyen de deux câbles concentriques sous plomb et armés; il servira à actionner des moteurs synchrones couplés à des dynamos à courant continu. Ces dernières chargeront une batterie d'accumulateurs de 1500 à 2000 ampères-heure, pouvant débiter 1000 ampères, et la distribution se fera par trois conducteurs branchés sur cette batterie. Ce système se rapproche donc de celui qui a été appliqué à Cassel.

L'installation, faite par MM. Schuckert, de Nuremberg, commencera à fonctionner l'hiver prochain; elle est prévue pour 20 000 lampes de 8 bougies, avec un réseau suffisant pour 32 000 lampes. — E.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 132 8 Juillet 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

TRANSFORMATION DES COURANTS CONTINUS EN COURANTS ALTERNATIFS

Lorsque l'on dispose d'un courant continu, produit soit par une batterie d'accumulateurs, soit par une dynamo, on peut le transformer directement en courant alternatif d'une fréquence donnée d'avance. C'est dans ce but que j'ai imaginé et fait construire le *transformateur inverseur* que je vais décrire et dont j'indiquerai les propriétés.

Principe de l'appareil. — Considérons deux roues de cuivre A et B, identiques entre elles (fig. 1) et montées avec isolement sur un arbre métallique XY. Chacune d'elles se compose d'un moyeu cylindrique portant vers l'une de ses extrémités un nombre quelconque de rayons ou secteurs (quinze, par exemple), faisant entre eux des angles égaux et laissant entre eux des secteurs vides égaux aux pleins. Ces deux roues ont des orientations antagonistes, c'est-à-dire que, parallèlement à l'axe de rotation, il y a correspondance entre les secteurs pleins de l'une d'elles et les secteurs vides de l'autre. Une pièce d'ébonite, interposée entre les deux roues, projette des saillies qui viennent remplir leurs secteurs vides ou entre-rayons, et isole, d'autre part, leurs moyeux de cuivre de l'arbre métallique XY. Les deux roues de cuivre et la pièce d'ébonite ainsi disposées forment ensemble une large roue, munie de deux moyeux de cuivre en saillie, A et B, et dont la surface cylindrique, soigneusement tournée, présente, à droite comme à gauche, une succession régulière de parties en cuivre et de parties en ébonite, tandis que l'ébonite intervient seule au milieu.

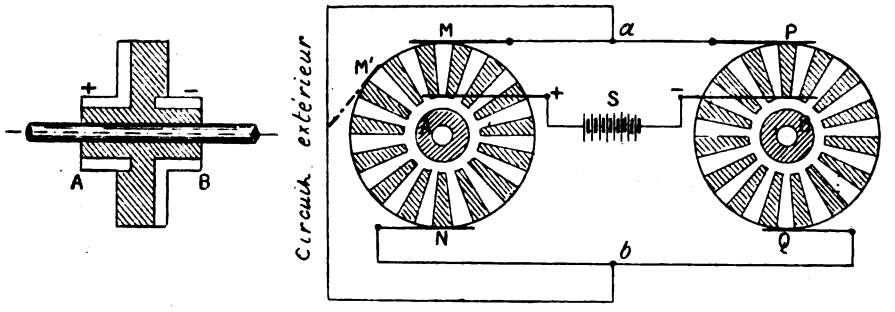


Fig. 1.

Cela posé, reportons-nous au schéma des connexions (fig. 1), dans lequel les deux roues cuivre-ébonite sont représentées de face et posées sur un même plan. Les secteurs munis de hachures représentent l'ébonite, tandis que les secteurs intermédiaires représentent les rayons de cuivre. L'antagonisme des orientations des deux roues est nettement indiqué sur cette figure. Deux balais frotteurs, diamétralement opposés, M et N, desservent la première roue ; la seconde est de même desservie par les balais P et Q ; des communications métalliques *a* et *b* sont respectivement établies, d'une part, entre les balais M et N et, d'autre part, entre les balais P et Q ; le circuit extérieur s'établit entre *a* et *b*. Le courant continu fourni par la source S (dynamo ou batterie d'accumulateurs) est envoyé aux moyeux A et B par deux balais frotteurs, respectivement positif et négatif.

Le jeu de la machine est facile à comprendre. Lorsque les roues sont dans les posi-

Digitized by Google

tions indiquées sur la figure, le balai M, qui touche une surface de cuivre, reçoit l'électricité positive de la source, tandis que le balai N, en contact avec l'ébonite, ne reçoit rien; d'autre part, le balai Q, touchant une surface de cuivre, reçoit l'électricité négative de la source, tandis que le balai P, touchant l'ébonite, ne reçoit rien; les bornes positive et négative de la source S se trouvent ainsi reportées respectivement en *a* et en *b*, en sorte que, dans le circuit extérieur, le courant doit aller de *a* en *b*. Supposons maintenant que les deux disques aient tourné simultanément de la fraction de tour nécessaire pour que sur chacune des roues il y ait permutation entre le cuivre et l'ébonite (cette rotation doit être, par exemple, d'un trentième de tour si, comme cela est indiqué dans la figure 1, chacune des roues porte quinze rayons de cuivre); en raisonnant comme ci-dessus, nous verrons que les bornes positive et négative de la source S seront respectivement reportées en *b* et en *a*, en sorte que, dans le circuit extérieur, le courant ira de *b* en *a*, sens opposé à celui que nous obtenions précédemment. Lorsque les quatre balais M, N, P, Q se trouvent en contact avec des génératrices séparatrices du cuivre et de l'ébonite, le courant de la pile se trouvera fermé en courts-circuits de M en P et de N en Q, en sorte qu'aucun courant ne passera dans le circuit extérieur. On voit ainsi qu'il suffit de faire tourner l'appareil avec une vitesse uniforme pour recueillir un courant alternatif dans le circuit extérieur; si l'on désigne par n le nombre des rayons de cuivre d'une des roues, et par N le nombre de tours que l'appareil fait par seconde, le nombre des inversions du courant extérieur par seconde est $2Nn$, et la durée de la période est de $\frac{1''}{Nn}$. La source génératrice continue S débite, d'ailleurs, l'électricité sans interruption pendant que l'appareil tourne et que l'on capte extérieurement un courant alternatif de grande fréquence.

Ce dispositif exige évidemment que les contacts des balais M, N, P, Q avec les roues inverseuses soient très étroits, ne se fassent pour ainsi dire que suivant des génératrices du cylindre. On peut, en le modifiant de la manière suivante, donner aux contacts une largeur plus grande.

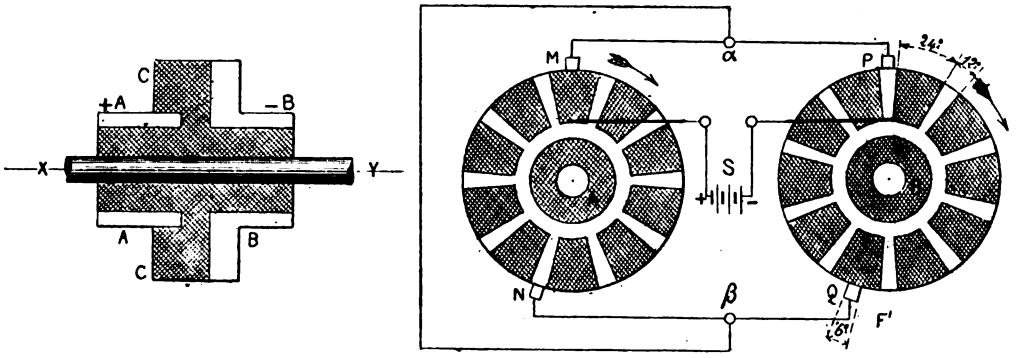


Fig. 2.

La roue A (fig. 2) reste composée d'un moyeu cylindrique en cuivre portant n rayons ou secteurs vers l'une de ses extrémités ($n = 10$ sur la figure); ces rayons font entre eux des angles égaux, séparés par des secteurs vides dont la largeur angulaire est double de celle des rayons de cuivre, soit $\frac{4\pi}{3n}$ pour les secteurs vides et $\frac{2\pi}{3n}$ pour les secteurs pleins. La roue B est pareille à la roue A. Les orientations des deux roues sont antagonistes. Comme dans le cas précédent, une pièce d'ébonite CC, interposée entre les deux roues, remplit leurs secteurs vides et isole de l'arbre métallique XY les moyeux de cuivre de ces roues. Les balais géminés M et P, communiquant

Digitized by Google

en α, sont orientés de manière que, lorsque M. correspond au milieu d'une ébonite de la roue A, P corresponde au milieu d'un cuivre de la roue B; au même instant les balais géminés N et Q, communiquant en β, doivent correspondre respectivement au milieu d'un cuivre de la roue A et au milieu d'une ébonite de la roue B. Chacun de ces quatre balais doit avoir, pour son contact, une largeur angulaire $\frac{\pi}{3n}$ égale à la moitié de celle d'un des rayons de cuivre. Le courant continu de la source S est, comme précédemment, envoyé aux moyeux A et B par deux balais frotteurs respectivement positif et négatif.

Lorsque les roues sont dans les positions indiquées sur la figure, les bornes positive et négative de la source S sont reportées respectivement en β et en α par les balais N et P, en sorte que, dans le circuit extérieur, le courant va de β en α. Supposons maintenant que les deux disques aient tourné simultanément de l'angle $\frac{\pi}{n}$ (soit de 18°, si n est égal à 10, comme cela a lieu dans la figure 2), de manière que sur chacune des roues il y ait permutation entre le cuivre et l'ébonite; les bornes positive et négative de la source S se trouveront reportées respectivement en α et en β par les balais M et Q, en sorte que, dans le circuit extérieur, le courant ira de α en β.

Lorsque l'arête de gauche du balai M coïncide sur la roue A avec une génératrice séparatrice de l'ébonite et du cuivre, l'arête de gauche du balai N coïncide, sur la même roue A, avec une génératrice séparatrice du cuivre et de l'ébonite; au même instant l'arête de droite du balai P coïncide, sur la roue B, avec une génératrice séparatrice du cuivre et de l'ébonite, tandis que l'arête de droite du balai Q coïncide, sur la même roue B, avec une génératrice séparatrice de l'ébonite et du cuivre; les courts-circuits restent, par conséquent, instantanés, bien que les balais aient la largeur angulaire $\frac{\pi}{3n}$ (soit 6°, lorsque $n = 10$ comme cela a lieu dans la figure 2). On voit ainsi qu'il suffit de faire tourner l'appareil avec une vitesse uniforme de N tours par seconde pour recueillir, dans le circuit extérieur, un courant alternatif dont la période a pour durée $\frac{1''}{Nn}$; la source génératrice continue S débite l'électricité sans interruption pendant que la machine tourne.

Nature du courant alternatif. — Il importe de remarquer que le courant alterna-

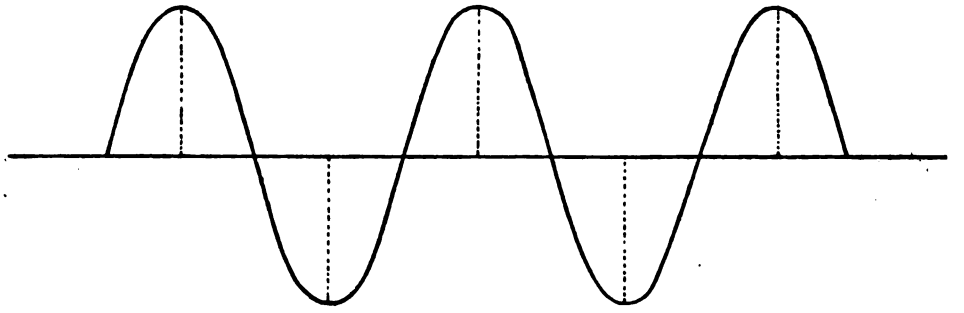


Fig. 3.

tif, capté en recourant à l'un ou à l'autre des deux dispositifs que je viens de décrire, n'est pas sinusoïdal comme celui que produit directement une dynamo à courants alternatifs. En prenant le temps pour abscisse et l'intensité du courant pour ordonnée, on n'obtient pas une sinusoïde (fig. 3), mais (en supposant les courts-circuits rigoureusement instantanés une ligne brisée que représente la figure 4), l'ordonnée maximum de cette ligne est théoriquement égale à l'intensité moyenne du courant alternatif ainsi qu'à l'intensité du courant continu débité par la source S.

Digitized by Google

Captage de courants polyphasés. — Au lieu de capter sur mon appareil (premier ou second dispositif) un seul courant alternatif, au moyen du système de balais géminés M′ et P, N et Q, on peut capter :

Soit deux courants distincts diphasés, en adjoignant à ce système de balais un second système M et P′, N′ et Q′, décalé d'une demi-période relativement au précédent ;

Soit trois courants distincts triphasés, en employant trois systèmes de balais géminés, décalés d'un tiers de période l'un par rapport à l'autre ;

Soit, généralement, m courants distincts polyphasés en employant m systèmes de balais géminés, avec décalage d'un $m^{ième}$ de période.

Triplication du nombre des périodes. — Étudions en particulier le captage de courants triphasés.

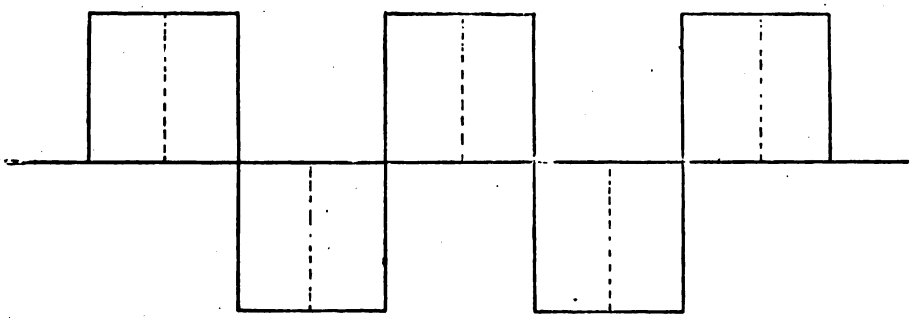


Fig. 4.

Désignons par α et β les points de jonction respectifs des balais géminés M, P et des balais géminés N, Q ; par α' et β' ceux des balais géminés, M′, P′ et N′, Q′, système décalé d'un tiers de période sur le précédent ; par α'' et β'' ceux des balais géminés M″, P″ et N″, Q″, système décalé d'un tiers de période sur celui qui le précède.

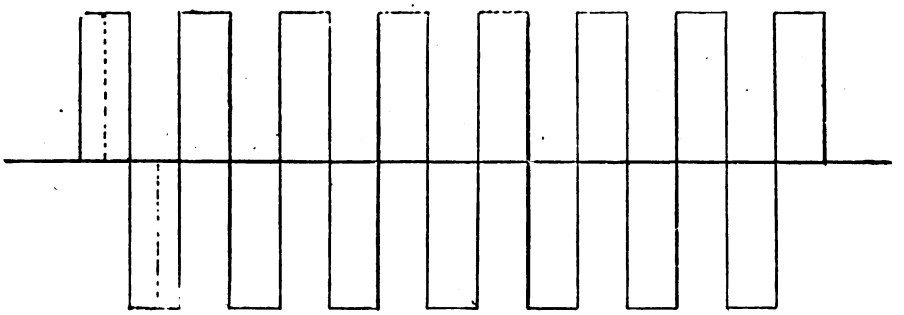


Fig. 5.

Réunissons métalliquement α, α' et α'' sur un point H et, de même, β, β' et β'' sur un point K ; nous effectuons ainsi le *couplage en étoile* de nos trois courants triphasés. Si ces courants étaient sinusoïdaux, un fil conducteur réunissant H à K ne serait parcouru par aucun courant ; les points H et K seraient deux points neutres qu'il est inutile de faire communiquer métalliquement pour obtenir les trois courants partiels de α en β, de α' en β' et de α'' en β'', ayant respectivement, à un même instant t, les intensités

$$I = I_0 \sin mt$$

$$I' = I_0 \sin\left(mt + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$I'' = I_0 \sin\left(mt + \frac{4\pi}{3}\right)$$

dont la somme est identiquement nulle. Mais nous avons vu qu'au lieu d'être sinusoïdaux

Digitized by Google

les courants alternatifs captés au moyen de mon transformateur sont représentés graphiquement par une ligne brisée que représente la figure 4. Il est facile de voir graphiquement que *trois courants triphasés de cette nature coexistant dans un même fil donnent un courant alternatif de même nature, ayant même intensité que chacun des courants partiels et présentant trois fois plus de périodes.* Ce courant résultant est représenté par la figure 5, qui correspond aux courants partiels définis par la figure 4. Si donc nous établissons entre H et K un fil conducteur, nous obtiendrons dans ce fil un courant alternatif avec *triplication du nombre des périodes des trois courants partiels triphasés.* C'est là une observation intéressante, car, ainsi que l'a fait remarquer M. Désiré Korda, dans une note insérée aux *Comptes rendus* de la séance de l'Académie des sciences du 17 avril 1893 et relative à un moyen de tripler le nombre des périodes des courants sinusoïdaux, les avantages que peut offrir une augmentation importante des nombres de périodes d'un courant alternatif sont bien connus, et chaque pas fait dans cette voie a son importance.

Machine construite par MM. Sautter, Harlé et C^ie^. — Pour étudier simultanément et comparer entre eux les fonctionnements des deux dispositifs dont j'ai indiqué plus haut les principes, je les ai fait réaliser l'un et l'autre dans une machine construite avec beaucoup de soin par MM. Sautter, Harlé et C^ie^.

L'arbre de cette machine porte, par conséquent, deux transformateurs inverseurs, l'un avec quinze rayons métalliques à chaque roue et secteurs d'ébonite égaux aux secteurs de cuivre (disposition indiquée par la figure 1), et l'autre avec dix rayons métalliques à chaque roue et secteurs d'ébonite doubles des secteurs de cuivre (disposition indiquée par la figure 2). L'arbre de rotation est en acier et a 1 centimètre de diamètre ; il est actionné à l'une de ses extrémités par un petit moteur Gramme, sans aucun intermédiaire de courroies ou d'engrenages ; avec un courant d'une tension de 80 volts on obtient une vitesse d'environ 2 000 tours par minute, soit 33 tours par seconde.

Les deux roues du transformateur-inverseur à quinze rayons de cuivre ont chacune 8 cm de grand diamètre et 1 cm d'épaisseur; l'ébonite qui les sépare l'une de l'autre a également une épaisseur de 1 cm ; le moyeu de chacune de ces roues a 4 cm de diamètre extérieur et 3 cm de diamètre intérieur, sa longueur en saillie est de 2 cm ; l'ébonite qui sépare ce moyeu de l'arbre de rotation, pour l'en isoler, a une épaisseur de 1 cm. La figure 6 représente cet appareil muni de ses balais géminés M et P, N et Q. Le balai double MP se compose d'un cylindre de cuivre horizontal tangent aux deux roues distributrices suivant une génératrice de leur surface cylindrique extérieure ; son diamètre est de 25 mm : chacune des parties M et P a un peu plus de 1 cm de largeur, c'est-à-dire qu'elle est un peu plus large que la roue avec laquelle elle prend contact ; une gorge cylindrique est ménagée entre M et P, de manière à éviter un contact inutile avec l'ébonite qui sépare les deux roues. Ce balai double MP tourne autour de son axe lorsque la roue transformatrice tourne elle-même, en sorte que, n'ayant avec cette roue qu'un frottement de roulement, il ne peut jamais perdre sa forme cylindrique ; un balai fixe, en toile de cuivre prend contact avec la gorge cylindrique, en s'appuyant légèrement sur elle, et sert au captage du courant ; ce contact du balai fixe et du balai tournant MP représente le point a du schéma des connexions que nous avons indiqué dans la figure 1. Le balai double NQ est pareil au balai MP et touche les deux roues distributrices suivant la génératrice diamétralement opposée à celle de leur contact avec MP ; un balai fixe, en toile de cuivre, prend contact en β avec la gorge du balai tournant NQ. Chacun des balais tournants MP et NQ est traversé par un arbre en acier dont les deux extrémités pénètrent dans des cavités cylindriques formant paliers, respectivement ménagées dans deux montants verticaux en fer, fixés par leurs bases sur le socle isolant, en ardoise, de la machine ; deux minces lames d'acier verticales, l'une parallèle à l'axe de la roue transformatrice, et l'autre normale à cet axe, sont intercalées dans chacun des montants ; cette disposition a pour but de corriger

Digitized by Google

la rigidité, nuisible au fonctionnement de l'appareil, que présenterait un montant massif. Les axes verticaux des deux montants portant MP et ceux des deux montants portant NQ se trouvent disposés comme les quatre arêtes longitudinales d'un prisme rectangulaire dont deux faces opposées sont parallèles à l'axe de la roue transformatrice, les deux autres faces opposées étant perpendiculaires à cet axe ; chacune de ces deux dernières faces contient évidemment les arêtes de deux montants respectivement affectés à MP et à

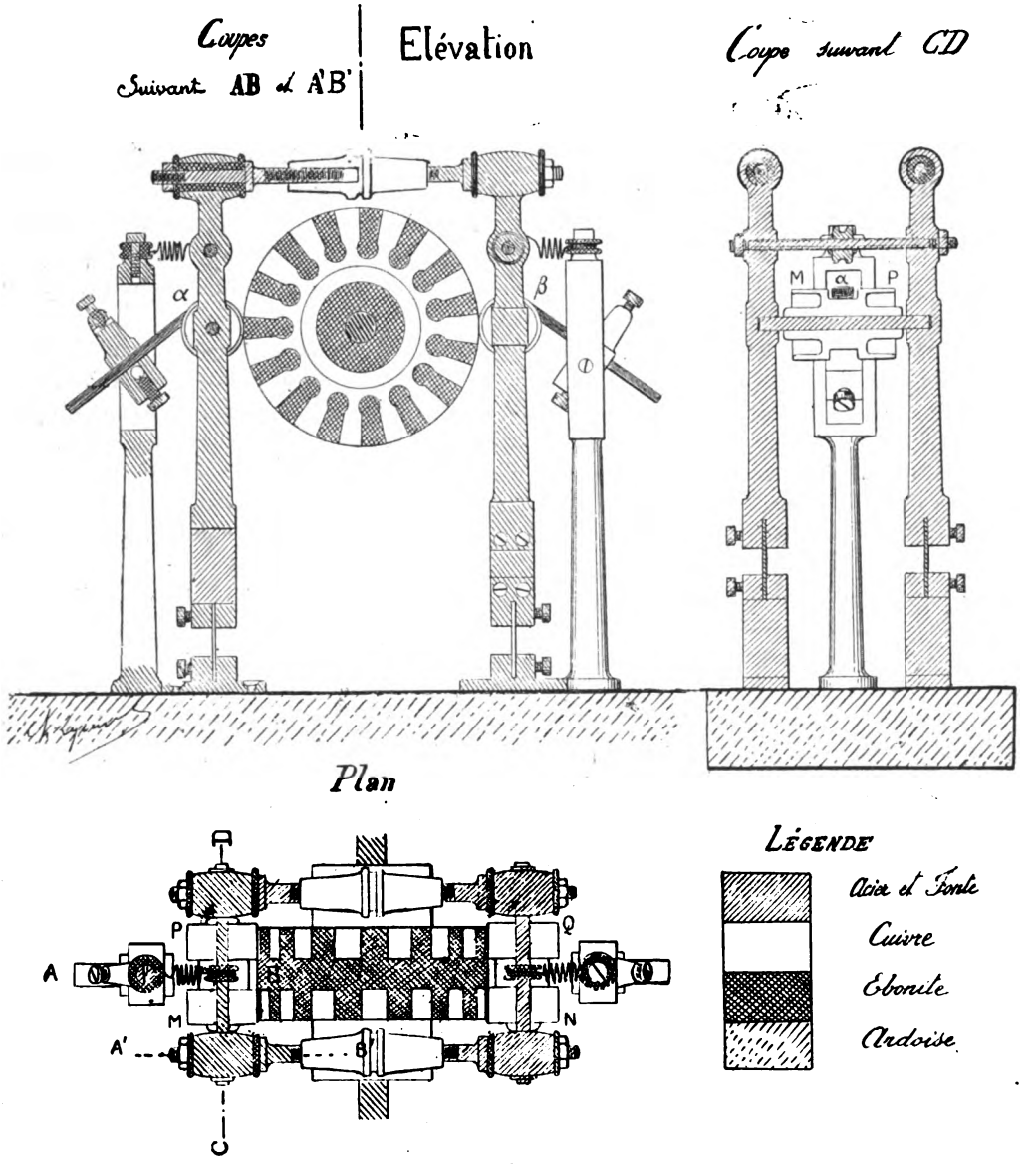


Fig. 6.

NQ ; les parties supérieures de ces montants sont, comme l'indiquent la coupe suivant AB et l'élévation qui l'accompagne, réunies avec isolement par une pièce horizontale composée de deux tiges filetées pénétrant, dans un double écrou, en sorte que, par la rotation de cet écrou dans un sens ou dans l'autre, on peut rapprocher ou écarter l'un de l'autre les deux montants dont il s'agit ; cette disposition permet de bien régler les contacts des

Digitized by Google

balais tournants et de la roue transformatrice [1]. Ajoutons enfin, pour terminer cette description, que les moyeux cylindriques des deux roues distributrices sont respectivement en contact avec des balais en toile de cuivre, qui communiquent métalliquement avec les bornes positive et négative de la source (accumulateurs ou dynamo) qui fournit le courant continu à transformer en courant alternatif.

Décrivons maintenant le second transformateur-inverseur, celui dont les deux roues ont chacune dix rayons de cuivre avec secteurs d'ébonite deux fois plus larges. Les dimen-

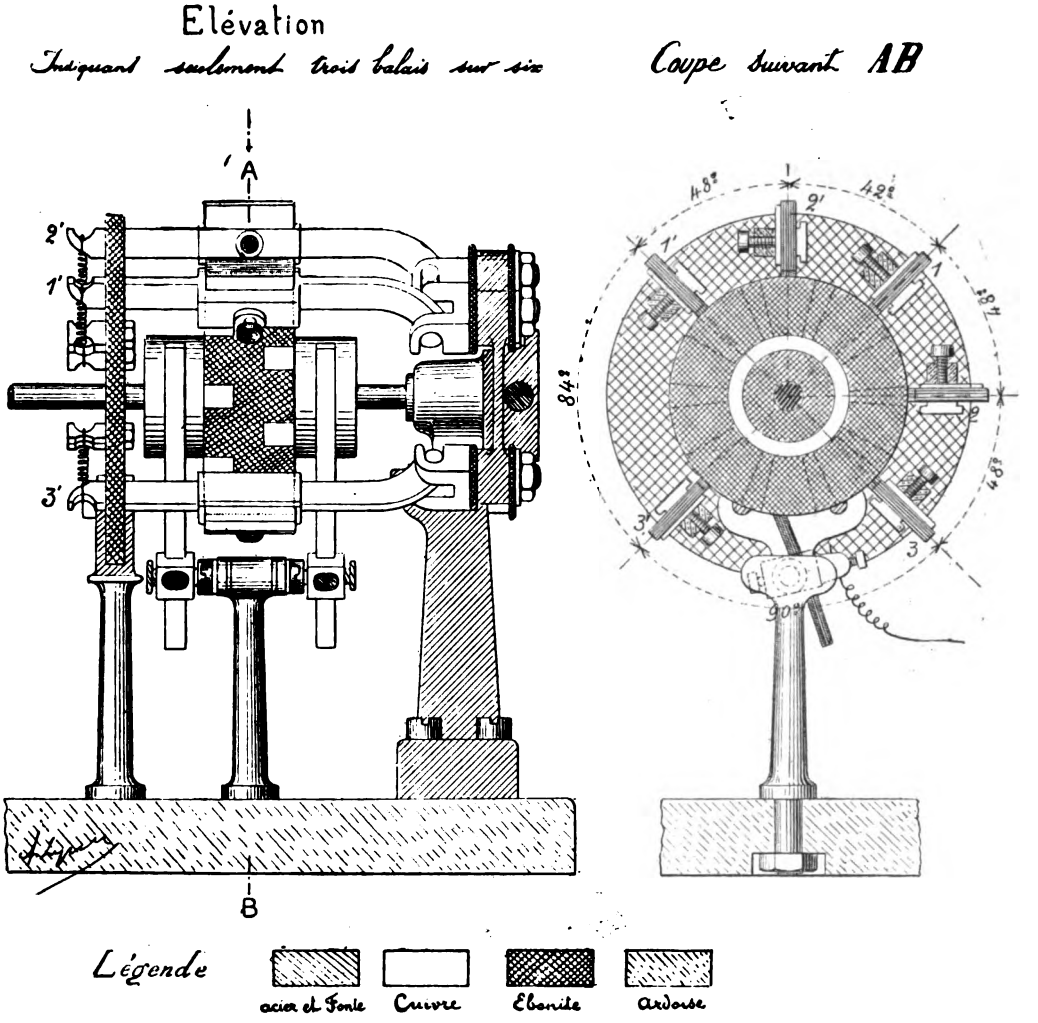


Fig. 7.

sions des deux roues distributrices et de la pièce d'ébonite intermédiaire sont les mêmes que dans le premier appareil. Les amplitudes angulaires des secteurs de cuivre et d'ébonite étant respectivement de 12° et de 24°, celle des balais géminés doit être de 6°. Je me suis proposé d'obtenir, au moyen de ce transformateur, trois courants triphasés ; il a donc fallu installer six balais géminés 1, 2, 3, 1′, 2′, 3′, satisfaisant aux conditions suivantes : les balais 1 et 1′ doivent être orientés de manière qu'en les mettant seuls en œuvre on puisse capter extérieurement un courant alternatif ; il doit en être de même pour les balais

[1] L'expérience m'a fait reconnaître qu'il faut remplacer cette pièce horizontale, qui devient rigide après le réglage, par une pièce horizontale élastique dans le sens de sa longueur, parce que le diamètre de la roue transformatrice se dilate sensiblement pendant la rotation très rapide de cette roue.

Digitized by Google

2 et 2′ dont le système doit, en outre, présenter, relativement au système 1 et 1′, un décalage d'un tiers de la période ; il doit en être de même aussi pour les balais 3 et 3′ dont le système doit, en outre, présenter, relativement au système 2 et 2′ un décalage d'un tiers de période. Comme l'amplitude angulaire de la période est de $12° + 24° = 36°$, le décalage d'un tiers de période correspond à une amplitude angulaire de 12° augmentée d'un multiple arbitraire de 36° ; comme la distance angulaire entre deux balais conjugués 1 et 1′, ou 2 et 2′, ou 3 et 3′, doit être un multiple impair de 18° (moitié de la période), on peut prendre cette distance angulaire égale à 90° ou à 270°, de manière que deux balais conjugués aient des directions perpendiculaires entre elles. Les distances angulaires que j'ai adoptées comme donnant la meilleure disposition des six balais sont les suivantes : 42° entre 1 et 2′, 48° entre 2′ et 1′, 84° entre 1′ et 3′, 90° entre 3′ et 3, 48° entre 3 et 2, et, par suite, 48° entre 2 et 1. La figure 7 représente ce transformateur en élévation et en coupe ; les six balais géminés figurent dans la coupe, mais il a fallu, pour plus de clarté, n'en faire figurer que trois dans l'élévation. Chacun de ces balais est en toile de cuivre ; sa largeur totale est égale à celle du transformateur, mais une échancrure est pratiquée en son milieu pour éviter un frottement inutile sur l'ébonite qui sépare entre elles les deux roues distributrices ; ce balai est fixé dans un porte-balai métallique dont une extrémité s'engage dans un crochet de bronze fixé avec isolement au palier de la machine, tandis que l'autre bout pénètre, à frottement doux, dans une rainure pratiquée dans un disque vertical en ébonite ; l'extrémité libre, dépassant ce disque, se termine en crochet pour enfiler la boucle d'un petit ressort à boudin dont l'autre bout est attaché à une borne métallique fixée sur la pièce d'ébonite. Cette disposition a pour but d'empêcher la rigidité des contacts du balai avec les deux roues distributrices [1] ; elle permet d'ailleurs d'enlever et de remettre en place à volonté chacun des porte-balais. Ajoutons, pour terminer, que les moyeux cylindriques des deux roues distributrices sont respectivement en contact avec des balais en toile de cuivre, isolés l'un de l'autre sur la pièce qui leur sert de support commun et communiquant métalliquement avec les bornes positive et négative de la source (accumulateurs ou dynamo) qui fournit le courant continu alimentaire.

Expériences diverses. — La machine que je viens de décrire a été construite comme machine de laboratoire, en vue de réaliser diverses expériences destinées à élucider plusieurs questions théoriques et pratiques. La société Jarriant et C^ie^ a bien voulu mettre à ma disposition, dans une salle de son établissement de la rue Pierre-Charron, les courants nécessaires, ainsi que des voltmètres et ampèremètres. M. Sosnowski, ingénieur en chef de la Société, m'a apporté son précieux concours.

J'ai dit plus haut qu'en actionnant le petit moteur Gramme de cette machine par un courant continu d'une tension de 80 volts on obtient une vitesse de rotation d'environ 2 000 tours par minute ou 33 tours par seconde. Dans ces conditions, mon premier transformateur à balais cylindriques tournants, dont chaque roue distributrice possède 15 rayons de cuivre, fournit $2 \times 33 \times 15 = 990$, soit, en nombre rond, 1 000 inversions par seconde, en sorte que la période du courant est de 1/500 de seconde ; le second transformateur, dont chaque roue distributrice possède 10 rayons de cuivre seulement, fournit $2 \times 33 \times 10 = 660$ inversions par seconde, en sorte que la période du courant est de 1/330 de seconde. Pour chacun de ces transformateurs, les contacts utiles des roues distributrices avec leurs balais de captage des courants alternatifs se font chacun suivant une génératrice de 5 cm de longueur ; leur largeur, théoriquement nulle, n'atteint pas 1/2 mm. Dans ces conditions, il ne faut pas faire dépasser 5 ampères à l'intensité du courant continu alimentaire ; la machine peut alors fonctionner sans production sensible d'étincelles pourvu que le réglage des balais soit fait avec soin. J'ai constaté la continuité et l'invaria-

[1] Ce but n'est pas, d'ailleurs, complètement rempli par ce dispositif ; l'expérience m'a montré qu'il faudrait adopter aux deux bouts du balai la disposition avec plaques d'ébonite et ressort à boudin.

Digitized by Google

bilité presque parfaite du débit de la source génératrice (dynamo ou batterie d'accumulateurs) pendant le captage d'un courant alternatif et aussi pendant le captage de trois courants triphasés. Lorsque l'on capte ces derniers courants en faisant le couplage en étoile sur deux points H et K, l'expérience confirme cette indication de la théorie qu'un fil conducteur réunissant H et K est parcouru par un courant alternatif possédant trois fois plus de périodes par seconde que chacun des trois courants partiels.

En envoyant un courant alternatif, fourni par l'un ou par l'autre de mes transformateurs, dans le circuit primaire d'une bobine de Rumhkorff (dont on immobilise le trembleur), on obtient dans le circuit secondaire de cette bobine un courant alternatif de même période, mais d'une tension plus élevée, au moyen duquel on produit aisément l'illumination d'un tube de Geissler, alors même que le circuit reste ouvert, un seul de ses bouts étant fixé à l'une des extrémités du tube.

J'ai fait, en outre, un grand nombre d'expériences en variant la nature et la disposition des balais de captage du courant alternatif afin de déterminer la meilleure solution à adopter dans la pratique pour construire des transformateurs à grand débit et à très grande fréquence. C'est là un point important sur lequel j'aurai à revenir, me bornant à donner aujourd'hui les indications générales suivantes :

Le transformateur avec secteurs métalliques égaux aux secteurs isolants permet, à diamètre égal et pour une même vitesse de rotation, d'obtenir plus de périodes que n'en pourrait donner le transformateur avec secteurs isolants doubles des secteurs métalliques ; c'est donc au premier de ces transformateurs qu'il faut, en général, donner la préférence. Les deux roues distributrices dont il se compose peuvent être simplement isolées à l'air, sans interposer entre elles une masse d'ébonite ; chacune d'elles pourrait se composer d'une roue métallique dont la jante serait dentée vers sa périphérie, et une substance isolante remplirait les vides entre ces dents.

Supposons que chacune de ces roues ait 1 m de diamètre et, par conséquent, 3,14 m de circonférence extérieure ; en donnant aux dents périphériques une largeur de 5 mm, on aurait 314 dents ; pour obtenir 10 000 périodes par seconde, il faudrait donner à la roue une vitesse d'environ 32 tours par seconde. En donnant à chacune de ces roues 10 cm de largeur, on pourrait débiter 50 ampères en employant un seul système de balais géminés ; mais, comme il serait possible d'employer simultanément 20 systèmes de balais géminés, pour phases concordantes, attelés en quantité, on pourrait obtenir ainsi un débit de 1 000 ampères. Le courant alternatif capté aurait donc 20 000 alternances par seconde et 1 000 ampères d'intensité. On pourrait prendre pour balais des rubans tressés en fil de cuivre, ayant la largeur des roues distributrices (soit 10 cm) et disposés de manière à toucher ces roues suivant des génératrices.

Félix Lucas.

L'ÉLECTRICITÉ DANS L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES

Les applications de l'électricité s'étendent et se multiplient d'une manière continue. On connaît le travail brutal et irrégulier des carrières. Il s'agit, après que le bloc a été arraché du gisement, de le traîner sur le sol à travers toutes les irrégularités du terrain pour l'amener sur un chariot que l'on hissera ensuite sur le chantier. On attache au bloc ou autour du bloc une chaîne reliée à un câble métallique de 6 cm ; ce câble passe sur quelques poulies de renvoi fixées dans le sol de la carrière, et vient s'enrouler sur le tambour d'un treuil de construction très robuste. Le treuil est commandé par une vis sans fin à cent tours par minute, entraînant un engrenage hélicoïdal. Le mouvement de l'électromoteur est transmis à l'arbre de la vis sans fin au moyen de deux courroies. Les chocs et à-coups se perdent dans l'élasticité du câble et les transmissions, et le fonctionnement de

Digitized by Google

l'électromoteur est très régulier. Il entraîne les blocs les plus forts sans dépasser aux passages difficiles le courant pour lequel il a été construit (160 a. à 110 v.) ; un interrupteur automatique, réglé à 180 ampères, est intercalé dans le circuit. L'électromoteur tétrapolaire à 650 tours est excité en dérivation ; comme système de renversement de marche, on lui a appliqué le décalage des balais à 90 degrés ; on a employé avec grand succès les balais en charbon cuivré, disposés normalement au collecteur.

La machine génératrice est à 180m du treuil. C'est une dynamo à quatre pôles compound, de 430 ampères, 110 volts. Elle alimente un second électromoteur qui commande les pompes de la carrière ; la même dynamo fournit l'éclairage qui comprend 100 lampes de 16 bougies et 8 arcs de 12 ampères.

Cette installation a été exécutée à la Société anonyme des Carrières du Hainaut, à Soignies (Belgique), par la Compagnie continentale d'électricité de Bruxelles.

Félix Leconte.

CURIEUSES EXPÉRIENCES DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

On parle beaucoup, dans la presse technique, d'une remarquable invention due à deux Belges, MM. Hoho et Lagrange.

L'appareil dont ils se servent se compose d'un vase de verre ou de porcelaine de forme convenable, muni d'une électrode formée d'une feuille de plomb reliée au pôle positif d'une source d'électricité à courants continus ; ce vase renferme de l'eau acidulée. Enfin le câble souple relié au pôle négatif est fixé à une forte pince en fer dont les poignées sont isolées.

Si, prenant avec les pinces un morceau de métal quelconque (de fer par exemple), on vient à fermer le circuit en plongeant ce métal dans l'eau acidulée, on voit immédiatement l'eau entrer en ébullition au voisinage du métal plongé ; celui-ci est rapidement portée au rouge, puis au blanc éblouissant. Si l'on prolonge l'expérience, la chaleur devient si intense que le fer entre en fusion et tombe en gouttelettes comme des étincelles ; la surface reste constamment brillante et nette, parfaite pour la soudure. La chauffe se produit si rapidement, localement, que ni l'eau ni la partie du fer située en dehors n'ont le temps de s'échauffer sensiblement, à tel point que, le courant ayant été interrompu, on peut saisir à la main la barre de fer dont l'extrémité est incandescente. En employant, au lieu d'une barre de fer, un crayon de charbon, on voit au bout de quelques instants se détacher des fragments de carbone amorphe, ce qui permet d'estimer à 4 000 degrés la température atteinte.

La rapidité avec laquelle on obtient la température voulue et la limite de cette température dépendent du courant employé ; c'est dire qu'il est facile d'obtenir tel ou tel résultat en variant les conditions de l'expérience.

Dans des essais récents faits à Berlin, les inventeurs se sont servis d'un courant de 220 ampères sous 120 volts ; le rendement calorifique du courant aurait atteint dans ces conditions près de 50 0/0 d'effet utile.

Les inventeurs prétendent avoir obtenu avec des courants plus puissants la température de 8 000 degrés.

L'explication de ces faits donnée par les auteurs est assez plausible, bien que l'expérience soit encore de trop courte durée pour qu'on puisse se prononcer.

Sous l'effet du courant, l'eau, décomposée d'abord électriquement, se dissocie ensuite plus rapidement sous l'effet de la chaleur. L'oxygène se porte au pôle positif, qui est la lame de plomb, et n'y produit d'autre effet qu'une oxydation légère, eu égard à la surface

Digitized by Google

assez considérable de cette lame; l'hydrogène, au contraire, se dégage autour du métal (électrode négative) et l'entoure bientôt d'une gaine d'hydrogène, mauvaise conductrice qui, offrant au courant une grande résistance locale, donne lieu à un échauffement considérable. La présence de cette couche réductrice explique en même temps la netteté de la surface du métal, qui permet de le souder à lui-même. A ce point de vue, il est inutile d'insister sur les avantages de ce nouveau mode de travail électrique des métaux, ceux-ci n'étant pas attaqués comme dans le cas des feux de forge dont le charbon renferme toujours des sulfures.

Il est encore une application jusqu'ici peu étudiée, mais qui peut donner lieu à de nombreux usages de cet échauffement rapide et superficiel : c'est la trempe d'une extrémité seulement d'une pièce métallique, ou encore la trempe de surfaces de fortes pièces métalliques comme des plaques de cuirasse qu'on rendrait ainsi extrêmement dures extérieurement sans nuire à leurs qualités de cohésion. Il paraît que l'usine d'Essen est en train de faire des essais en vue de la trempe superficielle des canons Krupp avec ce nouveau procédé. Nul doute que la chimie ne tire, à son tour, avantage de ce mode de production de températures très élevées pour certaines décompositions et pour l'obtention de certains corps. Le diamant artificiel (la pierre philosophale du XIXe siècle) sortira peut-être un jour de la fusion électrique par le nouveau procédé.

On parle aussi de la réduction des oxydes métalliques en vue de séparer les métaux de leur gangue; mais il est à remarquer que seuls les oxydes seront réduits, mais les corps étrangers ne seront pas éliminés.

Les phénomènes que nous venons d'exposer ne sont pas nouveaux : pour notre part, nous nous souvenons de les avoir vus pour la première fois exposés dans un livre publié, il y a deux ans, par M. Leblond, l'éminent professeur du cours d'électricité fait aux officiers élèves de l'école des torpilles. Voici ce qu'il disait de ces phénomènes; ses conclusions semblent, d'ailleurs, en désaccord avec la théorie de l'échauffement de la gaine d'hydrogène citée plus haut :

« Lorsqu'on décompose de l'eau acidulée sulfurique au moyen de lames ou de fils de « platine, on n'observe rien de particulier si la pile employée n'a pas une force électro- « motrice suffisante, ou si la surface immergée n'est pas très petite. Mais, si on prend une « pile d'une force électromotrice de 60 volts et comme électrodes des fils de platine de « quelques dixièmes de millimètre, plongés dans l'eau de quelques millimètres seulement, « on voit, en fermant l'avant, celui des deux fils dont la surface immergée est la plus « faible se couvrir, sur toute la partie plongée, d'une auréole violacée si c'est le fil négatif, « et devenir incandescent sur toute la longueur immergée si c'est le fil positif.

« Si l'on plonge de plus en plus et progressivement dans l'eau acidulée le fil qui pré- « sente soit l'auréole, soit l'incandescence, l'intensité du courant augmente graduelle- « ment, les phénomènes déjà décrits persistant, d'ailleurs, jusqu'à un moment où, par une « certaine longueur immergée du fil, ils disparaissent en même temps que l'intensité, « augmentant brusquement la décomposition de l'eau, très lente jusque-là, se produit « tumultueusement, et que les deux fils rougissent dans leur partie non immergée par « suite de l'augmentation de l'intensité.

« Il y a donc deux états bien marqués des électrodes dans la décomposition de l'eau « acidulée :

« Quand la décomposition se fait à la façon ordinaire, sans auréole ni incandescence « des électrodes, la force électromotrice de polarisation est d'environ 2 volts. Le phéno- « mène d'incandescence ou d'auréole se manifeste aux environs de 18 volts. »

M. Leblond a fait des essais jusqu'à 120 volts, dont nous pensons publier les résultats prochainement.

En résumé, d'après ses expériences :

Digitized by Google

« Le phénomène de l'auréole violacée sur l'électrode négative ou de l'incandescence « de l'auréole positive dans les conditions indiquées est obtenue avec d'autres métaux « que le platine et d'autres liquides que l'eau acidulée.

« Avec l'acide sulfurique monohydraté on n'a pas d'auréole, mais seulement l'incan- « descence de la plus petite des électrodes, qu'elle soit positive ou négative.

« Quand on a obtenu le phénomène d'incandescence, qu'en plongeant davantage « l'électrode on le fait cesser, et qu'on retombe dans le cas de la décomposition ordinaire, « la longueur de la partie plongée de l'électrode est d'autant plus grande que la source « employée a une force électromotrice plus élevée, que la seconde électrode a elle-même « une longueur plus grande et que le diamètre de l'électrode incandescente est plus petit.

« Le phénomène de l'auréole cesse même pour une faible longueur des électrodes « quand on les met en contact dans l'électrolyte pendant un court instant, et ne reparaît « plus après que les électrodes ont cessé de se toucher. »

Comme on le voit, les résultats de M. Leblond ne concordent pas entièrement avec ceux de MM. Hoho et Lagrange ; du moins, il semble que le sens du courant est sans influence. Toutefois, il est fort probable que, dans le cas de l'électrode positive incandescente, il doit y avoir une oxydation énergique au lieu d'une réduction, ce qui peut, dans certains cas, être susceptible d'applications.

Quelque obscure que soit à nos yeux la classe des phénomènes dont nous venons de parler, les faits d'expérience sont assez intéressants par eux-mêmes pour mériter une étude approfondie.

M. Leroy.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 juin 1893

Étude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique, par M. Henri Moissan. — Dans une série de notes que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie, nous avons indiqué que, par une élévation de température suffisante, obtenue au moyen du four électrique, il était possible de réaliser en quelques instants la cristallisation des oxydes métalliques, la réduction de certains oxydes, la fusion des métaux réfractaires et la distillation de la silice et de la zircone.

Dans le travail que nous présentons aujourd'hui, nous insisterons plus particulièrement sur la volatilisation des métaux et des oxydes métalliques.

Quand il s'est agi de condenser les vapeurs de corps difficilement volatilisables à haute température, nous avons employé un tube métallique refroidi intérieurement par un courant d'eau. On sait que ce dispositif a fourni d'intéressants résultats à Henri Sainte-Claire Deville dans ses belles recherches sur la dissociation.

Nous nous sommes servi dans ces expériences d'un tube de cuivre courbé en U, de 15 mm de diamètre, et traversé par un courant d'eau ayant une pression d'environ 10 atmosphères. La partie courbée du tube en U était introduite dans le four électrique à 2 cm de l'arc au-dessus du creuset qui renfermait la substance à volatiliser ; de plus, une feuille de carton d'amiante, placée auprès de l'ouverture qui livrait passage au tube froid, permettait de condenser les vapeurs métalliques qui sortaient du four en abondance.

Comme exemple de l'emploi du tube froid, nous citerons l'action de la chaleur sur deux composés stables de la chimie minérale : le pyrophosphate et le silicate de magnésium.

Le pyrophosphate de magnésium a été soumis pendant cinq minutes dans le four électrique à l'action d'un arc de 300 ampères et de 65 volts. Après quelques instants, des vapeurs abondantes se sont dégagées. Le tube froid placé dès le début dans l'appareil était traversé avant l'expérience par un courant d'eau possédant une température

Digitized by Google

de 15°,4. A la fin de l'expérience, au moment où le four était en pleine activité, la température de l'eau qui traversait le tube n'était que de 17°,5. Dans ces conditions, les vapeurs qui se produisent au milieu du four se condensent avec la plus grande facilité sur le tube refroidi. Et lorsque nous avons retiré ce dernier du four, nous avons pu constater qu'il était recouvert en partie de phosphore ordinaire s'enflammant par le frottement, ou s'oxydant lentement à l'air en fournissant un enduit sirupeux qui réduisait abondamment l'azotate d'argent. Outre ce phosphore, nous avons pu caractériser sur le tube l'existence de la magnésie [1].

Dans une autre expérience, nous avons chauffé de l'amiante (silicate de magnésie contenant un peu de fer) dans un creuset de charbon pendant six minutes. Le courant mesurait 300 ampères et 75 volts. Après l'expérience, il ne restait dans le creuset qu'une très petite quantité de silicate fondu et un globule ferrugineux à cassure brillante renfermant 1,6 de magnésium et 0,7 de silicium.

Le tube froid était recouvert par une poudre grise contenant un grand excès de silice, de magnésie et de très petites quantités de carbone et de silicium. Nous y avons rencontré des sphères de silice transparentes, rayant le verre et donnant nettement la réaction de la silice à la perle de sel de phosphore.

Ces deux expériences préliminaires, que nous choisissons parmi beaucoup d'autres, nous démontrent que les sels les plus stables sont dissociés à la température de l'arc électrique, et qu'il est possible de recueillir et d'étudier avec facilité les produits de leur décomposition.

VOLATILISATION DES MÉTAUX

Cuivre. — Un fragment de cuivre de 103 gr est placé dans le creuset en charbon du four électrique. On chauffe pendant cinq minutes avec un courant de 350 ampères et 70 volts. Après une minute ou deux, des flammes éclatantes, de 0,04 m à 0,05 m de longueur, jaillissent avec force par les ouvertures qui donnent passage aux électrodes de chaque côté du four. Ces flammes sont surmontées de torrents de fumées, de couleur jaune, fumées qui sont produites par la formation d'oxyde de cuivre provenant de la combustion de la vapeur métallique.

Après cinq minutes, on arrête le courant ; le culot qui reste dans le creuset ne pèse plus que 77 gr. Dans ces conditions, 26 gr de cuivre ont été volatilisés.

Tout autour du creuset, dans la partie horizontale qui se trouve entre le couvercle et le four, on rencontre une large auréole de globules de cuivre fondu provenant de la distillation du métal. La vapeur jaune recueillie abandonne de l'oxyde de cuivre à l'acide chlorhydrique étendu et froid, et laisse, comme résidu, des petites sphères de cuivre métallique noircies à la surface et solubles dans l'acide azotique.

Sur le tube froid, on trouve en abondance du cuivre métallique.

Argent. — On sait depuis longtemps que l'argent est volatil à haute température. Dans le four électrique, on peut amener l'argent en pleine ébullition. Il distille alors avec plus de facilité que la silice ou la zircone. On recueille en abondance des globules fondus, une poussière grise amorphe et des fragments arborescents.

Platine. — Chauffé dans le four électrique, le platine entre en fusion en quelques instants et ne tarde pas à se volatiliser. On recueille du platine métallique en petits globules brillants, et en poussière sur les parties les moins chaudes des électrodes ou sur la surface de la brique inférieure à quelques centimètres du creuset.

Aluminium. — Chauffe de six minutes, courant de 70 volts et 250 ampères. On obtient sur le tube froid une poudre grise légèrement agglomérée, qui, par agitation avec l'eau, laisse tomber au fond du verre de petites sphérules d'aluminium. Ces sphères ont l'aspect métallique, elles sont attaquées par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, avec dégagement d'hydrogène. Dans les vapeurs qui sortent du four, on peut aussi recueillir, sur un carton d'amiante, de petites sphères recouvertes d'alumine.

Étain. — Durée de l'expérience, huit minutes. Intensité du courant, 380 ampères et 80 volts. Lorsque le four est en pleine activité, il se dégage auprès des électrodes des fumées blanches assez abondantes. On trouve sur le tube une petite quantité d'oxyde d'étain, soluble dans l'acide chlorhydrique étendu, de petits globules brillants et une substance grise, à aspect fibreux, constituant un véritable feutrage. Cette partie fibreuse et les sphères métalliques donnent, avec l'acide chlorhydrique, un dégagement très net d'hydrogène ; elles sont formées d'étain métallique. Il est facile de condenser aussi à la

[1] Il restait dans le creuset une matière grise, caverneuse, fondue, qui à l'analyse nous a donné, en acide phosphorique et en magnésie, des chiffres très différents de ceux du pyrophosphate employé.

	Pyrophosphate.	Culot fondu.
Acide phosphorique.	63,96	43,84
Magnésie.	36,04	55,58

Digitized by Google

partie extérieure du four de petits globules d'étain métallique mélangés d'oxyde.

Or. — Durée de l'expérience, six minutes. Intensité du courant, 360 ampères, 78 volts. On a placé 100 gr d'or dans le creuset; après l'expérience, il n'en restait que 95 gr. Pendant l'expérience il s'était dégagé des fumées abondantes de couleur jaune verdâtre. Le tube froid était recouvert d'une poudre de couleur foncée à reflets pourpres. Au microscope, avec un faible grossissement, on distinguait nettement de petites sphères régulières d'or fondu, d'une belle couleur jaune. Ces globules se dissolvent avec rapidité dans l'eau régale et fournissent tous les caractères des sels d'or.

Sur le carton d'amiante sur lequel les vapeurs du four sont venues se condenser, nous avons rencontré, au point le plus chauffé, de nombreux globules très petits d'or métallique. Autour de cette partie qui avait une couleur jaune très nette se trouvait une auréole rouge, puis au delà une belle teinte pourpre foncée.

Manganèse. — Ce métal, sur la volatilisation duquel M. Jordan vient récemment d'appeler l'attention, nous a fourni des résultats très intéressants. Nous ne rapporterons ici qu'une seule expérience qui nous a semblé tout à fait caractéristique. Durée de la chauffe, dix minutes; intensité du courant, 380 ampères et 80 volts. On avait placé dans le creuset 400 gr de manganèse. Il s'est dégagé pendant l'expérience des fumées très abondantes, et à la fin nous n'avons pu trouver qu'un culot de carbure métallique pesant à peine quelques grammes.

Du reste, chaque fois que, dans la préparation du manganèse au four électrique, on chauffe trop longtemps, on ne retrouve plus de métal dans le creuset.

Fer. — Durée de l'expérience, sept minutes. Intensité du courant, 350 ampères et 70 volts. On recueille sur le tube froid une poudre grise présentant quelques surfaces brillantes, très minces, mamelonnées, assez malléables pour se plier sous une lame de canif, mélangées à une poussière grise ayant la couleur du fer réduit par l'hydrogène. Cette poussière devient brillante par le brunissoir, et l'échantillon entier se dissout dans l'acide chlorhydrique étendu en produisant un dégagement d'hydrogène.

Sur le carton d'amiante sur lequel viennent se condenser les vapeurs métalliques on recueille de petites sphères d'oxyde magnétique et des globules du même composé de couleur noire et de surface rugueuse.

Uranium. — Durée de l'expérience, neuf minutes. Intensité du courant, 350 ampères, 75 volts. On recueille sur le tube froid de petites sphères métalliques, pleines, abondantes, mélangées à un dépôt de poudre grise facilement soluble dans les acides avec dégagement d'hydrogène. La solution présente tous les caractères des sels d'uranium. Sur le carton d'amiante on trouve d'abondantes sphères jaunes qui, écrasées au mortier d'agate, perdent une croûte d'oxyde, deviennent grises et prennent l'aspect métallique.

Ces sphères d'uranium distillé ne contiennent pas de carbone et ne sont pas attirables à l'aimant.

MÉTALLOIDES

Silicium. — Avec un courant de 380 ampères et 80 volts, on peut obtenir la volatilisation du silicium. On trouve, sur le tube froid, de petites sphères de silicium fondu attaquables par le mélange d'acide azotique et d'acide fluorhydrique. Ces sphères sont mélangées d'une poussière grise et d'une petite quantité de silice. Si l'on recueille les vapeurs sur du carton d'amiante, on voit que la plus grande partie du silicium a été transformée en silice.

Carbone. — Durée de l'expérience, douze minutes. Intensité du courant, 370 ampères et 80 volts. En chauffant dans ces conditions un creuset rempli de gros fragments de charbon, toute la masse de carbone ne tarde pas à se transformer en graphite, et, après l'expérience, on trouve sur le tube froid des plaques minces très légères, translucides et présentant par transparence une teinte marron. M. Berthelot, dans ses nombreuses expériences sur la condensation progressive du carbone, a déjà indiqué l'existence d'un carbone léger, de couleur marron. Cette matière est séparée de la chaux qui a été volatilisée en même temps par l'acide chlorhydrique étendu. Le résidu ainsi obtenu, dont nous poursuivons l'étude, brûle facilement dans l'oxygène, en produisant de l'acide carbonique.

OXYDES

Les recherches que nous avons indiquées précédemment sur la cristallisation des oxydes démontraient surabondamment la volatilité de ces composés. Nous allons la mettre en évidence pour les oxydes regardés avant nos recherches comme infusibles : la chaux et la magnésie.

Chaux. — Avec un courant de 350 ampères et 70 volts, on obtient la volatilisation de la chaux en huit à dix minutes. Dans ces conditions, on recueille sur le tube froid la chaux sous forme de poussière amorphe, ne présentant pas de sphérules. Il sort du four d'abondantes vapeurs d'oxyde

Digitized by Google

de calcium. Avec un courant de 400 ampères et 80 volts, l'expérience se réalise en cinq minutes.

Enfin, avec un courant de 1 000 ampères et 80 volts, on peut volatiliser en cinq minutes une centaine de grammes d'oxyde de calcium.

Magnésie. — La magnésie est plus difficile à volatiliser que la chaux; de plus, son point d'ébullition est voisin de son point de fusion. Dès que la magnésie est fondue, elle émet des vapeurs qu'on peut condenser sur le tube froid. Cette expérience se produit avec un courant de 360 ampères et 80 volts. Cette distillation devient très belle et très rapide lorsqu'on emploie des courants de 1 000 ampères et 80 volts.

Conclusions. — En résumé, à la haute température produite dans nos expériences par l'arc électrique, les métalloïdes et les métaux regardés jusqu'ici comme réfractaires sont volatilisés. Les composés les plus stables de la chimie minérale disparaissent dans le four électrique, soit par dissociation, soit par volatilisation. Il ne reste plus pour résister à ces hautes températures qu'une série de composés nouveaux parfaitement cristallisés, d'une stabilité exceptionnelle et dont nous décrirons bientôt les propriétés. Ce sont les borures, les siliciures et surtout les carbures métalliques.

M. Daubrée a déjà fait remarquer que le carbone de tous nos composés organiques actuels a pu se trouver originairement combiné aux métaux à l'état de carbures métalliques. Le four électrique semble bien réaliser les conditions de cette époque géologique reculée. Il est vraisemblable pour nous que ce sont ces composés qui peuvent subsister dans les astres à température élevée. Nous ajouterons que, pour cette même période, l'azote devait se rencontrer sous forme d'azotures métalliques, tandis que vraisemblablement l'hydrogène existait en grande quantité à l'état de liberté dans un milieu gazeux complexe renfermant des carbures d'hydrogène et peut-être des composés cyanés.

La partie de ces recherches qui nécessitait une force de 400 ampères et 70 volts a été faite au Conservatoire des Arts et Métiers, où M. Laussedat a continué à nous offrir une bienveillante hospitalité. Les expériences, qui demandaient des tensions de 1 000 ampères, ont été exécutées à la Compagnie continentale Edison, dont le directeur, M. Meyer, a bien voulu mettre à notre disposition la belle installation de l'avenue Trudaine.

***

M. A. Cornu présente une note de M. Vaschy *sur une propriété générale des champs électriques et magnétiques* [1].

***

Action de l'électricité sur la carburation du fer par cémentation, par Jules Garnier. — L'usage de la cémentation du fer pour le transformer en acier ou durcir sa surface se perd dans la nuit des temps et cette opération sembla toujours un peu mystérieuse : Réaumur le premier tenta d'en pénétrer les secrets, mais les beaux travaux de ce savant furent loin d'éclairer en entier la question. Quoi qu'il en soit, la cémentation se fait encore aujourd'hui comme aux siècles passés, sauf que les appareils sont plus grands; il faut encore chauffer jusqu'à dix fois vingt-quatre heures pour cémenter le fer et les additions empiriques faites au charbon et telles que le sel, le cuir, la corne, etc., n'ont servi qu'à dérouter la science, sans raccourcir cette longue opération. J'ai pensé, cependant, que l'on pourrait activer le phénomène en faisant judicieusement intervenir l'action électrique et cela par un circuit dans lequel le charbon formerait l'anode et le métal la cathode. M. Hillairet, l'ingénieur électricien bien connu, a mis, avec une grande bienveillance, une partie de ses ateliers à ma disposition et voici les résultats de mes premiers essais : j'ai placé, bout à bout, et bien isolés, dans un tube réfractaire, un crayon de charbon de cornue et une barre d'acier à 1/1000 de carbone seulement. Le tout fut disposé horizontalement dans un petit four à réverbère, chauffé en dessous par insufflation d'air pendant qu'une machine Gramme fournissait l'électricité, le charbon correspondant au pôle positif et le métal au négatif. Dans ma pensée, la chaleur devait rendre les molécules du charbon facilement mobiles et l'électricité devait alors les transporter et cela de façon que, les actions chimiques en jeu étant à peu près nulles, je n'aurais besoin que d'un faible voltage. Le circuit fut donc établi avec le minimum de volts nécessaires pour vaincre les résistances et je ne voulais pas avoir recours à l'arc qui transporte bien le carbone du positif au négatif, mais serait un moyen coûteux dans la pratique, sans parler d'autres difficultés d'ordre chimique.

Mon courant fut donc établi à 7 volts et 55 ampères et maintenu pendant trois heures : à ce moment la barre d'acier fut rapidement extraite du tube et plongée dans l'eau. La partie opposée

[1] *Comptes rendus*, t. CXVI, n° 25, p. 1437.

Digitized by Google

au charbon rayait fortement le verre ; elle fut taillée en biseau à la meule d'émeri qui montra que la cémentation avait pénétré jusqu'à 10 mm environ de profondeur : quant à l'extrémité du crayon, elle était rongée sur la face de contact. Cette opération, que je répétai, réclame une température que j'estime à 900° C. ou 1 000° C. au plus, sinon la cémentation devient si grande que le métal coule.

Dans le but de bien établir le transport ou l'électrolyse du carbone, sous une faible puissance électromotrice, dans la direction du positif au négatif, je remplaçai le charbon de cornue par une barre du même acier que je voulais cémenter, séparant seulement les deux barres par un intervalle de 0,01 m environ, rempli de charbon de bois pilé et tassé.

Dans ces conditions je pus établir un circuit de 35 ampères et 2,5 volts et, après trois heures de chauffe, j'arrachai les barres d'acier ; j'eus alors la satisfaction de constater que la barre anode n'était pas modifiée, sa face était toujours vive d'arête et sa surface non sensiblement durcie. La barre *cathode*, au contraire, était très profondément cémentée, surtout à la partie inférieure qui avait même coulé ; mais cela tenait à la disposition de l'appareil chauffé en dessous, de sorte que le bas des barres est beaucoup plus chauffé que le haut ; si donc ces expériences très simples sont répétées (et elles peuvent l'être facilement et en quelques minutes dans un amphithéâtre), il faudra se servir du tirage naturel ou donner au tube un mouvement de rotation complète une fois dans un sens et une fois dans l'autre.

En résumé, vers 1 000°, sous l'action d'un courant très faible (30 ampères et 2,6 volts), l'aciération du fer se produit avec une très grande rapidité.

Interrupteur automatique à mercure

M. Félix Leconte, de l'Université de Gand, après avoir décrit devant la Société scientifique de Bruxelles les appareils usités aujourd'hui, dessine et explique de nouveaux mécanismes destinés à couper automatiquement un circuit d'éclairage électrique à un instant donné.

L'un d'eux est un interrupteur à mercure.

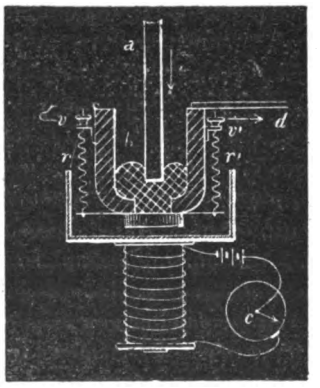
Il se compose d'une cuvette cylindrique contenant le mercure, fermée à sa partie inférieure par une pièce de fer appuyée contre les bords du cylindre par deux ressorts ; cette pièce de fer est garnie de cuir, pour fermer hermétiquement et empêcher l'écoulement du mercure.

Le courant des lampes à éteindre passe par la tige *a* et continue par le fil *d*, soudé à la cuve cylindrique.

Sous la pièce de fer se trouve un électro ; le fil de cet électro est relié à une pile dont le circuit se ferme sur l'horloge de l'atelier, à telle heure que l'on veut ; le courant passe par la petite aiguille et par le contact mobile *c* dans l'électro : l'armature en fer est attirée, et le mercure s'écoule ; le circuit d'éclairage est rompu, et aucun accident que l'on puisse prévoir ne le rétablira.

Le mercure est recueilli dans une coupe placée sur l'électro ; pour rallumer les lampes, il suffit de verser de nouveau le mercure dans le cylindre.

Quand l'appareil fonctionne, le mercure tombe rapidement ; l'étincelle de rupture est instantanée et, par conséquent, peu nuisible.



Remarque. — Dans la figure, *r* et *r'* sont les ressorts assurant le contact de l'armature contre la cuvette ; *v* et *v'* sont les vis de réglage.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 133 15 Juillet 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE RAILWAY ÉLECTRIQUE AÉRIEN DE CHICAGO

Tous nos lecteurs se rappellent les services rendus à l'Exposition de 1889 par le petit chemin de fer Decauville, qui reliait les Invalides au Champ de Mars; or la distance extrême à parcourir ne dépassait pas 1,5 km. A Chicago, le problème de la circulation se compliquait par le fait de l'augmentation d'échelle, les Américains ayant naturellement voulu surpasser tout ce qui avait été fait précédemment ; l'Exposition Colombienne occupe à Jackson-Park une superficie de 237 hectares, l'enceinte a un développement de 12 km, et la distance maximum est de 4 km. Pour assurer la circulation sur cet immense espace, dont la figure 1 montre la configuration, il fallait des moyens appropriés. On avait pensé d'abord à un système original de trottoirs mobiles que l'on essaya avec succès, paraît-il, mais qui ne fut pas adopté. C'eût été, sans doute, un procédé entièrement nouveau, mais il nous eût privés du premier chemin de fer électrique aérien. C'est, en effet, ce système présenté par la « Western Dummy Railroad Company » qui a été adopté. Cette Compagnie s'est engagée à payer à l'entreprise de l'Exposition 25 0/0 des recettes brutes avec un tarif de 0,50 fr pour la course.

Les chemins de fer à voies aériennes, ou plutôt surélevées, sont une application bien américaine ; la traction électrique, bien que née en Europe, où elle se développe lentement, n'a encore obtenu de succès pratiques sérieux qu'aux États-Unis. Il était réservé aux ingénieurs de ce pays de fondre les deux systèmes. On peut se demander si la traction électrique aérienne aura dans l'avenir un vaste champ d'application ; il est permis d'en douter, car les inconvénients du système appliqué à New-York tiennent surtout à la voie et non au mode de traction. Dans nos grandes villes européennes la traction électrique souterraine a certainement plus de chances d'avenir.

Néanmoins, pour des installations provisoires du genre de celle qui nous occupe ici, le premier système est parfaitement désigné ; il donne toute facilité pour la circulation des piétons, la suppression de tous les passages à niveau garantissant une sécurité complète ; enfin la superstructure peut s'établir économiquement et rapidement.

Comme, d'un autre côté, la partie électrique de cette ligne est des plus intéressantes, à cause de la dimension inusitée des unités motrices employées, il nous paraît utile d'y consacrer quelques pages, en nous inspirant d'une étude très complète publiée par notre confrère l'*Electrical World*, de New-York.

La ligne. — Le chemin de fer aérien s'étend sur trois des côtés de Jackson-Park (voir fig. 1) ; la longueur totale est de 5,1 km, sur lesquels il y a 4,5 km de double voie. Aux deux extrémités sont disposées des boucles, destinées à assurer une séparation complète des voyageurs entrants et sortants.

Il y a dix stations qui desservent la plupart des bâtiments principaux. Ces stations ont été établies en des points élevés pour faciliter les arrêts et les départs ; entre les stations la voie est presque partout en palier avec de courtes rampes de 0,42, 1,5 et 2 0/0. Les rayons des deux boucles sont de 40 m ; partout ailleurs il n'y a pas de courbes inférieures à 600 m de rayon.

La voie a 1,44 m d'écartement ; elle est supportée, de distance en distance, à une

Digitized by Google

hauteur de 6 m environ, par des supports (fig. 2) comprenant deux montants en bois de pin de 30 × 30 cm, des jambes de force à la partie inférieure, deux consoles en fonte et

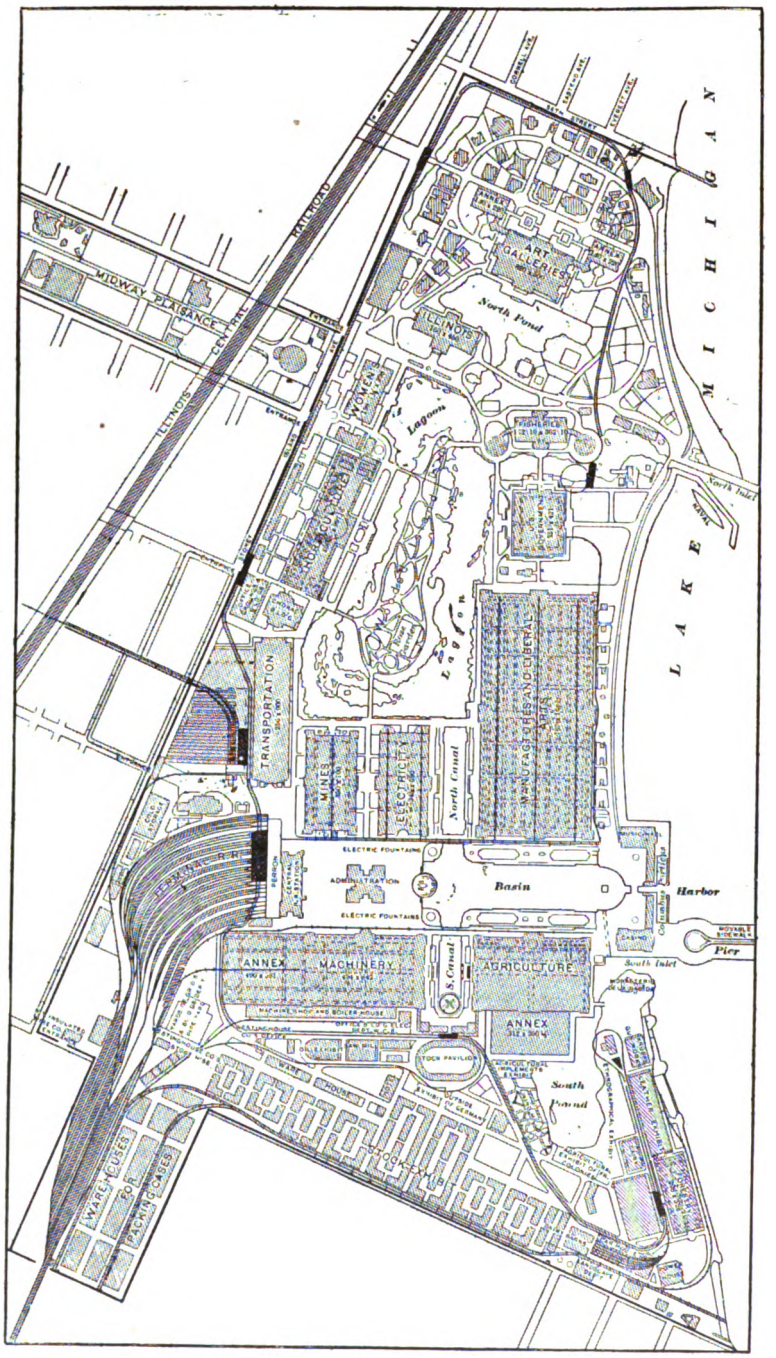


Fig. 1.

une traverse de 30 × 30 cm à la partie supérieure. Ces traverses supérieures portent quatre fers en double T disposés au droit de chaque rail; ces fers supportent les traverses

Digitized by Google

en bois sur lesquelles sont fixés les rails. En cas de déraillement, la chute des trains est prévenue par deux longerons de bois disposés de chaque côté des rails.

Les rails, d'un poids de 30 kg au mètre, forment le circuit de retour, et, pour en renforcer la section, on y a adjoint les deux fers en T. Tous les joints sont soigneusement reliés au point de vue électrique. Ces contacts consistent en deux à cinq bandes de cuivre rouge de 50 × 1,5 mm rivées sur les éclisses, préalablement nettoyées avec soin, par deux rivets en cuivre; l'un des rubans, soudé sur lui-même, forme un œillet où se soude un conducteur en cuivre qui relie les rails avec les fers à T.

Le courant est amené aux voitures par un conducteur latéral disposé un peu au-dessus du niveau de la voie, à une distance de 45 cm du rail intérieur; c'est le système du troisième rail tel qu'il est appliqué en Europe à Portrush et au chemin de fer du Salève; il est tout indiqué pour les chemins de fer aériens où le fil du trolley n'a aucune raison d'être. Ce conducteur, qui remplace le fil de trolley, est constitué par un rail identique à ceux de la voie et dont les joints sont assurés de la même manière; il est assisté par un second conducteur jouant, si l'on veut, le rôle de feeder, et qui s'étend depuis l'usine jusqu'aux 6/10 de la longueur totale. Conducteur de prise de contact et feeder sont reliés à chaque joint.

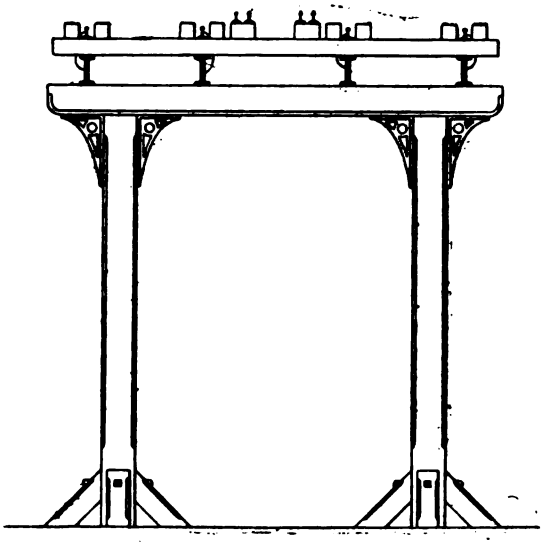


Fig. 2.

L'isolement de ces conducteurs est assuré par des blocs de bois créosoté, fixés de distance en distance (1,80 m) aux traverses.

Dans le calcul des conducteurs, on est parti d'une perte moyenne de 40 volts à l'extrémité de la ligne, soit à 5 km de l'usine. Pour la charge maxima correspondant à 5 000 ampères, la perte serait de 70 volts, soit 8 0/0, puisque l'usine fournit le courant à une tension voisine de 550 volts.

Matériel roulant. — Le service est effectué par quinze trains qui comprennent chacun une voiture motrice et une voiture remorquée; il y a, de plus, une réserve de trois voitures motrices. Ce sont toutes de longues voitures ouvertes, portées sur deux trucs, avec des sièges transversaux adossés deux par deux. La sortie se fait par des portes latérales ouvertes simultanément par un mécanisme placé sous le contrôle du conducteur.

Les wagons chargés pèsent 22 tonnes; les voitures motrices, 30 tonnes. Chacune de ces dernières porte quatre moteurs à quatre pôles et à simple réduction de vitesse dont l'induit genre Gramme est enroulé de manière à n'exiger qu'une paire de balais en charbon.

Chacun de ces moteurs, qui pèse 1 800 kg, peut développer jusqu'à 130 chevaux; à la vitesse maximum de rotation correspond une vitesse de déplacement de 56 km à l'heure.

En pratique on ne dépasse pas la vitesse de 45 km.

Chaque voiture porte quatre trolleys ou contacts glissants; ils sont fixés aux extrémités de forts madriers reliés par des ressorts au corps de la voiture; ce sont de lourds sabots en fonte avec des leviers articulés (fig. 3). Le sabot a environ 30 cm de long et il épouse la surface du champignon.

Une expérience préalable a montré qu'il était inutile d'avoir des ressorts d'appui et

Digitized by Google

des sabots en laiton. Le courant est amené à une borne isolée par un conducteur souple, et de la borne il va par un câble aux appareils de régulation, d'où il arrive aux moteurs.

Les dispositifs de réglage et de manœuvre sont intéressants, et quelques-uns ont été appliqués pour la première fois.

Les voitures étant pourvues de frein à air comprimé, on a utilisé la même source d'énergie pour actionner les appareils de régulation. L'air comprimé est fourni par un compresseur actionné par un petit moteur électrique branché sur le circuit.

Tous ces appareils sont placés dans un compartiment réservé au contrôleur et placé à l'avant des voitures. Le commutateur ou appareil de contrôle sert à effectuer les changements de connexion des moteurs pour régler la vitesse ; il comporte deux tambours à contacts, qui peuvent recevoir des mouvements de rotation dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire d'un système de cylindres à air comprimé qui font tout le travail, le volant du contrôleur ne servant qu'à ouvrir ou fermer des robinets.

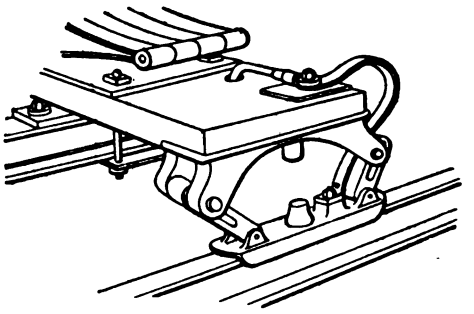


Fig. 3.

Le couplage des moteurs permet de réaliser cinq combinaisons successives.

Au départ, lorsqu'il faut obtenir un couple puissant, avec une faible vitesse, les quatre moteurs sont reliés en série ; pour un certain courant total, le couple correspond à quatre fois celui que donnerait un seul moteur ; de plus, la force électromotrice de la ligne est divisée sur quatre induits ; on peut donc marcher dans de bonnes conditions de rendement à une vitesse quatre fois plus faible qu'avec un seul moteur.

La combinaison suivante consiste à mettre en court-circuit deux des moteurs ; la vitesse double, mais le couple est réduit de moitié pour le même courant ; autrement dit, le courant commence par augmenter, et la vitesse s'accélère. En mettant ensuite les moteurs par deux en série et deux en dérivation, le courant augmente encore, et la vitesse continue à s'accélérer. La quatrième combinaison consiste à mettre deux moteurs en quantité, et dans la cinquième tous les moteurs sont en quantité. La vitesse limite est approximativement quatre fois plus forte que dans la première combinaison. En variant le courant au moyen d'un rhéostat en série qui sert à atténuer les variations au moment des permutations, on peut obtenir le couple voulu pour maintenir la vitesse, suivant que la charge ou les rampes varient

Usine génératrice. — L'usine motrice est située juste à l'angle sud-est de Jackson-Park (voir fig. 1), près d'une des extrémités de la ligne. C'est une des grandes attractions de l'Exposition et l'une des usines de traction les plus puissantes qui existent actuellement, car ses moteurs peuvent développer jusqu'à 4 000 chevaux, avec une batterie de chaudières de 3 000 chevaux.

Les figures 4 et 5 montrent en plan et en élévation la disposition de cette usine : d'un côté, la chambre des chaudières de 42×18 m, à 3 m en contre-bas ; de l'autre, la chambre des chaudières de 42×26 m. Entre les deux sont placés les condenseurs et les pompes d'alimentation des chaudières des divers moteurs avec leurs pompes à air.

Les chaudières, du système Babcock et Wilcox, sont au nombre de dix, d'une puissance d'évaporation correspondant à 300 chevaux à la pression normale de 9 kg. Elles sont chauffées à l'huile minérale comme, du reste, toutes les autres chaudières de l'Exposition.

Tous les moteurs de cette usine sont compound et à condensation ; à l'exception d'un

Digitized by Google

seul, ils commandent directement leurs dynamos ; en voici la désignation, en partant de la gauche de la figure :

Moteur Reynolds-Corliss, à deux cylindres en tandem, construit par la Compagnie

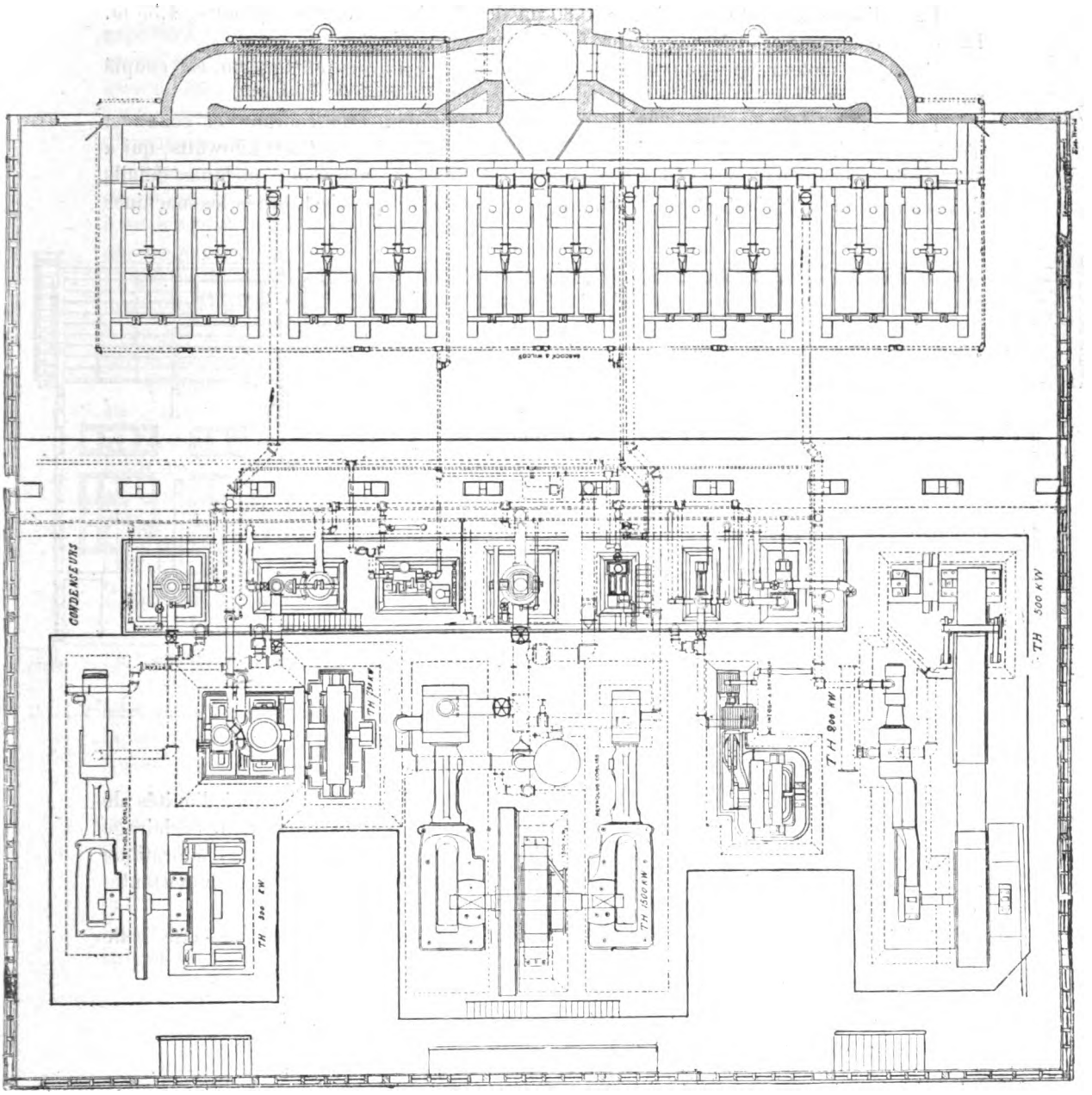


Fig. 4.

Allis, commande une génératrice Thomson-Houston de 500 kilowatts, dont l'induit est en porte-à-faux à l'extrémité de l'arbre ;

Machine verticale Hammond-Williams de 1 200 chevaux, couplée directement à une génératrice Thomson-Houston de 750 kilowatts ;

Digitized by Google

Moteur de 2000 chevaux Reynolds-Corliss, de la Compagnie Allis ; les deux cylindres compound jumelés attaquent par bielles et manivelles l'arbre de la génératrice Thomson-Houston de 1 500 kilowatts, qui constitue le clou de cette exhibition de la « General Electric Company ».

Le cylindre à haute pression a 0,80 m de diamètre ; le gros cylindre, 1,55 m. La course commune est 1,50 m ; l'arbre fait 75 tours par minute.

Enfin, un moteur Mac-Intosch et Seymour, à deux cylindres en tandem, est couplé par une courroie de 1 200 mm de largeur à une génératrice de 500 kilowatts.

Les génératrices de 500 et de 750 kilowatts sont d'un type courant et connu et n'ont pas besoin d'être décrites ici ; par contre, la génératrice de 1 500 kilowatts, qui a été établie spécialement en vue de l'Exposition, est d'un type nouveau ; quelques détails de construction sont d'autant plus intéressants à connaître que c'est, après les machines

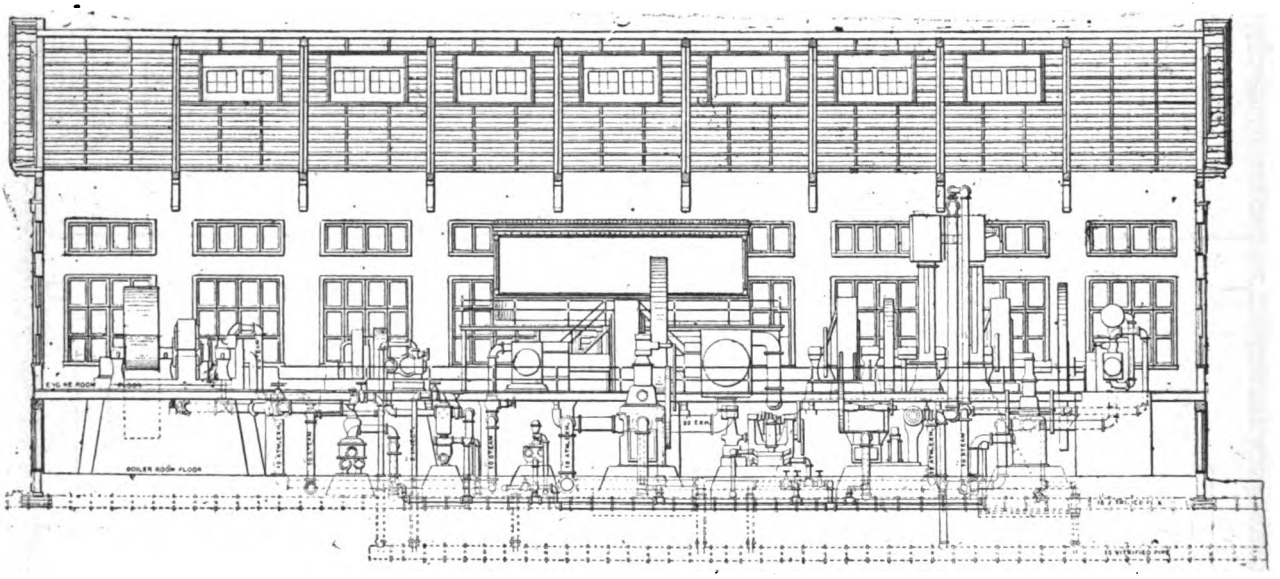


Fig. 5.

de Deptford, la plus puissante dynamo qui ait été établie jusqu'ici. L'emploi d'unités de cette puissance se justifie peut-être mieux dans le cas des tramways que pour l'éclairage électrique, et on aura, sans doute, l'occasion de les voir apparaître dans la pratique courante quand il s'agira d'exploiter électriquement le réseau d'une ville importante, comme cela a été le cas pour Boston.

Voici quelques chiffres qui donneront une idée des dimensions de cette belle machine :

Poids des inducteurs	26 000 kg
— de l'induit	33 000
— du commutateur	5 400
— total	80 000

Cette dynamo pèse autant que les canons monstres des flottes anglaise et italienne.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Diamètre de l'induit	3,15 m
Largeur de l'induit	0,90
Diamètre du commutateur	2,25

Le volant nécessaire pour parer aux variations de vitesse que causeraient les grandes

Digitized by Google

variations d'efforts qui se produisent dans la traction électrique est une belle pièce de mécanique ; il n'a pas moins de 7,29 m de diamètre avec une jante de 60 cm de large sur 50 cm d'épaisseur radiale. Il a été fondu en dix pièces, réunies par de fortes agrafes d'acier posées à chaud. Son poids est de 85 000 kg.

Mais la pièce la plus remarquable est l'arbre avec le moyeu de l'induit, qui a été expédié à Chicago en une seule pièce d'un poids de 56 000 kg ; l'arbre a 7,5 m de longueur avec un diamètre de 60 cm. Les portées des deux paliers ont une longueur de 1,05 m avec un diamètre de 55 cm. Le moyeu qui supporte le noyau induit a été fondu en trois pièces, frettées par un anneau d'acier. La jante de ce moyeu porte 18 entailles en queue d'aronde fraisées, dans lesquelles s'engagent des projections de même forme découpées dans les tôles du noyau induit. Chacune de ces tôles, de 0,43 mm d'épaisseur, porte deux de ces projections ; il faut neuf de ces tôles pour compléter l'anneau, et elles sont croisées à mi-longueur. Quand on a construit ainsi une épaisseur de noyau de 7,5 cm, on a intercalé des secteurs en laiton ayant des conduits radiaux pour la ventilation. Il est entré en tout 17 200 pièces de tôle du poids de 25 000 kg. Ce noyau est maintenu de chaque côté par deux grandes flasques en fonte du poids de 4 tonnes, reliées par des boulons qui passent à l'intérieur du noyau. L'enroulement en barre de cuivre est logé dans 348 rainures fraisées sur la circonférence.

Chaque section comprend deux conducteurs formés chacun de deux barres de 18 × 6 mm reliées en quantité. Les conducteurs sont soigneusement isolés au mica entre eux et avec la masse de fer. On sait que dans les machines de tramways, où le courant subit des variations énormes, on n'évite les accidents que par une isolation parfaite, et il n'y a pas à regarder au prix.

Les connecteurs aux deux bouts de l'armature consistent en rubans de cuivre de 37 × 15 mm.

Le collecteur de très grande dimension est desservi par six paires de balais, chaque balai comprenant six frotteurs indépendants.

Tous les balais sont solidaires d'un grand porte-balais réglable angulairement par l'intermédiaire de roues d'engrenages.

Les inducteurs sont formés de deux demi-couronnes de fonte, sur lesquelles sont boulonnés les douze électro-aimants en fer ; le jeu entre les pièces polaires et le noyau induit n'est que de 11 mm. L'enroulement des inducteurs est compound. Le circuit dérivé, comme le circuit en série, est constitué par des rubans de cuivre.

Jusque dans ces derniers jours, le service des tramways a été assuré par les machines de 750 et 500 kilowatts, le montage du moteur et de la dynamo monstres ayant été quelque peu retardé.

Cette installation fait le plus grand honneur à la « General Electric Company » et à ses ingénieurs MM. Arnold et Riddell. Elle attirera à elle seule une bonne partie de l'attention des visiteurs et, en particulier, des ingénieurs européens, peu familiarisés encore avec le splendide développement de la traction électrique aux États-Unis.

E. Meylan.

LES MESURES ÉLECTRIQUES AU MOYEN DE L'ÉLECTRODYNAMOMÈTRE

On peut attendre quelques services d'un instrument se prêtant également et consécutivement à la mesure de l'intensité du courant, de la tension et de l'énergie. Si, en outre, le montage de l'appareil s'accomplit, pour ces différentes espèces de mesure, dans des

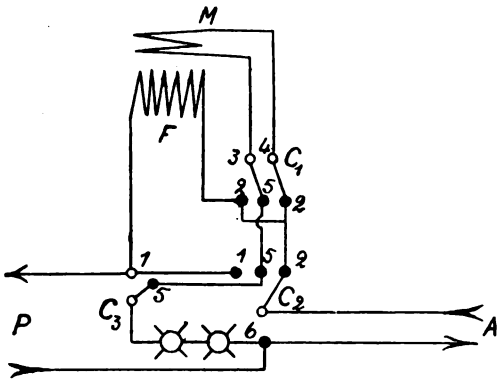
Digitized by Google

conditions d'exécution rapide, la méthode est susceptible d'un grand nombre d'applications.

Eh bien ! ce dispositif a été réalisé par M. Behn-Echenburg, d'Oerlikon. A l'instrument même est associée une résistance sans induction calibrée; la mesure s'effectue avec une précision suffisante. La figure ci-dessous indique l'arrangement adopté.

Les deux bobines de l'électrodynamomètre — c'est un appareil Siemens — sont représentées par les lettres F et M. Les extrémités de la bobine fixe et de la bobine mobile sont reliées aux bornes 1, 2, 3 et 4. Sur le passage des courants traversant les spires de la bobine mobile est interposé un commutateur bipolaire C_1, qui a pour fonction de changer le sens du courant dans cette bobine, pour obtenir, dans chaque cas, une direction de l'aiguille dans le même sens.

Dans une position du levier du commutateur — vers la droite dans la figure — les extrémités 3 et 4 de la bobine mobile sont reliées avec les touches de contact 5 et 2; dans l'autre position, elles le sont avec les touches 2 et 5. Le commutateur C_2, successivement amené dans ses trois positions, fait communiquer une des bornes du générateur A avec les contacts 1, 5 ou 2. Enfin, il existe un dernier commutateur C_3 qui a pour objet de relier une des extrémités de la résistance non inductive — des lampes dans ce cas-ci — avec les bornes 1 ou 5. Entre le commutateur C_3 et la borne 6 se trouve une résistance non inductive qui peut être calibrée à la tension existante avec l'instrument même à l'aide d'un voltmètre.



A-t-on affaire aux tensions ordinaires, il est commode de composer cette résistance de lampes à incandescence dont la résistance reste constante pour des tensions approximativement égales.

La résistance exactement déterminée et trouvée égale à R pour le courant continu et pour les courants alternatifs, si l'on désigne par E la tension aux bornes de la génératrice, le courant $i = \frac{E}{R}$ est mesuré par l'électrodynamomètre en appliquant le levier du commutateur C_3 sur la borne 5, et celui du commutateur C_2 sur la borne 2, on obtient alors $E = i.\ R$.

L'intensité I du courant qui arrive directement de la génératrice au lieu de consommation est mesurée en amenant le commutateur C_2 sur la touche 5, et le commutateur C_3 sur 5 ; la somme des intensités désignées par I', qui règnent au lieu de consommation et dans la résistance non inductive, est mesurée en disposant le commutateur C_3 sur la touche 5, et le commutateur C_2 sur la touche 2.

L'énergie absorbée P est alors fournie, d'après la méthode de Flemming, par la formule :

$$P = \frac{R}{2}\left(I'^2 - I^2 - i^2\right)$$

La même énergie est mesurée directement en transformant le dynamomètre en un wattmètre fondé sur le principe du wattmètre de Ganz. Pour cela, on met le commutateur C_2 sur la touche 1, et le commutateur C_3 sur la touche 5. Le courant i parcourt la bobine

Digitized by Google

mobile, le courant I la bobine fixe, et l'angle de déviation de l'instrument α est proportionnel à la valeur moyenne du produit :

$$I.i = \frac{I.E}{R}$$

par conséquent proportionnel à $\frac{P}{R}$.

Si l'échelle de l'instrument est divisée en nombres proportionnels à $\sqrt{\alpha}$, et si l'on désigne par a la valeur d'une lecture sur l'échelle, par c la constante de l'instrument, on a :

$$P = a^2.c^2.R.$$

Le nombre des spires de la bobine mobile est si faible que pour toutes les valeurs de R plus grandes que 10 ohms le coefficient de self-induction de la bobine est inférieur à $\frac{B}{10^7}$.

Pour pouvoir mesurer E, il faut choisir R de telle sorte que la valeur de i ne tombe pas hors de l'échelle.

On voit, d'après l'exposé de la méthode, que le montage et la manipulation commodes des commutateurs permettent de mesurer en quelques instants les valeurs E, I et P sans interruption du courant, et en excluant toute possibilité de court-circuit. Les deux mesures de P, en outre, peuvent servir de contrôle.

La méthode est simple et peu dispendieuse. Elle se recommande à l'attention des techniciens par ces deux caractères.

Em. Dieudonné.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, 4 juillet 1893.

Au point de vue de l'électrotechnique, la réunion annuelle du Congrès des Tramways d'Angleterre et d'Irlande, tenue à Londres les 29 et 30 juin, n'a pas présenté le même intérêt que les réunions précédentes. M. W.-C. Carruthers-Wain, qui occupait le fauteuil de la présidence, a exprimé le regret qu'il éprouvait à voir diminuer les bénéfices des tramways, malgré que le nombre des voyageurs transportés se soit considérablement accru ; ce nombre a été de 581 millions de voyageurs en 1892, contre 565 millions en 1891. Il est regrettable qu'il n'y ait eu depuis 1883 que 38 milles de voies de tramways électriques établies en Angleterre, alors qu'aux États-Unis, où cette industrie n'a commencé qu'en 1887, il y a maintenant 3 532 milles de voies électriques exploitées et 5 851 voitures portant annuellement 250 millions de voyageurs.

M. Epstein fait quelques remarques sur les tramways électriques de Birmingham, qui sont installés avec des accumulateurs Epstein : il y a six voitures en fonctionnement régulier avec douze groupes d'accumulateurs. Les premiers ont été fournis au mois de décembre dernier, mais en janvier et février, à cause de la chute des neiges et des difficultés provenant de la voie, on trouva que 33 chevaux de force étaient nécessaires pour mouvoir une voiture sur les rampes qui atteignent 4 0/0. Les douze groupes d'accumulateurs ont fourni un travail régulier pendant ces six derniers mois, sans qu'il soit nécessaire de réparer ou de remplacer une plaque sur les 10 000 qui sont employées. Chaque groupe d'accumulateurs a fourni, en moyenne, une course de 6 000 milles soit en tout 92 000 milles parcourus. Le fonctionnement des batteries a été parfait, et on n'a pas eu plus d'irrégularités à déplorer dans le service des tramways électriques que dans celui des tramways à vapeur ou funiculaires exploités dans la même ville par la même compagnie. L'orateur fait ensuite une comparaison entre le prix de revient de premier établissement du système à trolley, du système conducteur souterrain et de la traction par accumulateurs.

Digitized by Google

D'après lui, un mille de ligne de trolley coûte 4 000 livres, le système à conducteur souterrain 6 000 livres ; par suite sur une ligne de 6 milles de long avec 24 voitures partant toutes les huit minutes, la dépense d'installation serait de 12 000 livres pour le système à accumulateurs, de 24 000 pour le trolley, et de 36 000 pour le conducteur souterrain. Ces chiffres représentent seulement le prix des accumulateurs dans le premier système d'installation, des fils du trolley dans le second, enfin la pose du conduit souterrain dans le troisième, mais ne comprennent pas les autres dépenses de matériel électrique inhérentes aux trois systèmes.

Les accumulateurs employés dans les tramways de Birmingham sont entretenus à forfait à raison de 1,5 penny par voiture et par mille parcouru. Ce prix est suffisant pour rémunérer la Compagnie des frais d'entretien si le parcours pour chaque groupe atteint 6 000 milles.

M. E. Freund, dans un Rapport sur l'éclairage électrique des omnibus, décrit l'élément Bristol qui est maintenant employé à cet usage dans quelques voitures de la Compagnie générale des omnibus de Londres. Les accumulateurs sont chargés pendant le jour dans un bâtiment en planches installé près de la station Victoria. Le courant est fourni par la canalisation de la « Westminster Electric Supply Corporation ». La seule difficulté qu'on ait éprouvée a été la maladresse des conducteurs d'omnibus, qui ont parfois mis les couples en court-circuit. On estime que, si 200 omnibus étaient munis d'une lampe de 6 bougies placée sous le plafond, le coût de l'éclairage annuel par voiture ne dépasserait pas 47 schellings et demi.

Les membres du Congrès des tramways sont invités à assister à l'ouverture du tramway électrique en construction entre Dinglas et Lasey, dans l'île Sainte-Mau, avec le système à double trolley. Cette ligne sera la première de ce genre en Europe.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 juin 1893

M. Gravier soumet au jugement de l'Académie une note *sur la formation des orages*, qui est renvoyée à l'examen de MM. Faye et Mascart.

***

De l'emploi du mercure dans les égaliseurs de potentiel par écoulement, par G. Gouré de Villemontée. — Dans une note précédente[1], l'auteur a montré la possibilité de réaliser « l'égalisation de potentiel d'un tube et d'un réci- « pient de même métal en faisant écouler du réci- « pient, à travers le tube, de la grenaille du mé- « tal ».

L'expérience était disposée de manière à éviter toute déformation des corps employés au moment où les grains se détachent du récipient.

Le travail suivant a eu pour objet de chercher si l'égalisation des potentiels peut être obtenue lorsque le corps qui s'écoule se déforme au moment où il se sépare du récipient, les autres conditions restant les mêmes.

[1] Voir *Électricien*, 2e série, tome V, p. 335.

Un filet de mercure, extrêmement fin, s'écoule d'un entonnoir en fer et se sépare en gouttes à l'intérieur d'un tronc de pyramide formé par des couches de mercure immobiles maintenues au potentiel zéro. L'immobilité de couches de mercure verticales a été obtenue en formant par électrolyse des dépôts de mercure très mince sur des plaques de cuivre recouvertes de platine.

L'égalité de potentiel des couches électriques qui recouvrent un bain de mercure et les dépôts électrolytiques de mercure a été vérifiée par la méthode indiquée (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 727).

L'entonnoir, monté comme il a été dit, peut être relié à l'un des plateaux d'un condensateur formé d'un bain de mercure et d'un disque platiné recouvert d'un dépôt électrolytique de mercure, dont on évalue la charge avec un électromètre très sensible de Hankel.

1. On vérifie que le jeu de l'appareil ne produit aucune charge du condensateur, lorsque le mercure ne s'écoule pas.

2. L'entonnoir étant relié au condensateur et au sol, on fait écouler le mercure à travers un tronc de pyramide maintenu au potentiel zéro.

Digitized by Google

On isole l'entonnoir et le condensateur et l'on détermine la charge :

5^s, 10^s, 1^m, 2^m

après l'isolement.

Les résultats d'expériences faites : 1° avec du mercure neuf; 2° avec du mercure nettoyé, le poids de mercure écoulé par minute ayant été 3,7 gr, sont :

1. La charge du condensateur croît très rapidement avec la durée de l'écoulement.

Le potentiel du réservoir, nul au début, atteint 0,008 volt après cinq secondes ;

0,4 volt après une minute et dépasse cette valeur après un temps plus long.

2. Les potentiels fixes auxquels on peut porter le tronc de pyramide ne permettent pas d'établir sur le filet de mercure un potentiel rendant nulle la charge du condensateur.

L'égalisation des potentiels, réalisable par écoulement d'un corps solide, est irréalisable par écoulement de mercure.

J'ai cherché la cause de ce fait dans les phénomènes électrocapillaires corrélatifs des déformations de la surface.

Trois nouvelles séries d'expériences ont été faites en remplaçant le mercure du réservoir et du condensateur par de la grenaille de plomb recouverte de mercure en proportion variable, de manière à former autour des grains un amalgame plus ou moins pâteux.

Résultats. — 1. Le potentiel du réservoir croît d'une manière continue avec la durée de l'écoulement, lorsque les grains sont enveloppés d'un amalgame pâteux susceptible d'extension ou de déchirement.

2. Le potentiel du réservoir tend vers zéro lorsque l'épaisseur de l'amalgame diminue et lorsque les grains paraissent plus secs.

Conclusions. — 1. L'accroissement continu du potentiel du réservoir dans les expériences faites avec le mercure est dû aux phénomènes électrocapillaires corrélatifs des modifications de la surface, lors de la formation des gouttes.

2. Les théorèmes établis sur l'égalisation de potentiel par écoulement de corps solides ne peuvent pas être appliqués sans modification aux liquides.

3. Les phénomènes électrocapillaires me paraissent être l'une des causes principales de la discordance des résultats obtenus dans la mesure de la différence de potentiel au contact des liquides : 1° par les égaliseurs de potentiel fondés sur l'écoulement ; 2° par l'emploi des électromètres capillaires. Discordance attribuée à un phénomène mal défini nommé *effet de l'air*.

Trois cas sont à distinguer dans les appareils employés pour égaliser les potentiels par l'écoulement ; le corps qui s'écoule est :

1° *Solide*, l'égalisation des potentiels est possible ;

2° *Liquide simple*, l'égalisation des potentiels est irréalisable ;

3° *Liquide décomposable par l'électrolyse*[1].

***

M. A. Cornu présente une note de M. Ch. Borel ayant pour titre : *Recherche des constantes diélectriques de quelques cristaux biaxes*[2].

***

Sur une nouvelle méthode de transformation directe des courants alternatifs en courants de même sens, par Ch. Pollak. — Le nouveau procédé de transformation des courants alternatifs en courants de même sens que l'auteur présente à l'Académie est désigné par lui sous le nom de *procédé direct* par opposition à la méthode connue, où l'on se sert, dans le même but, d'un système combiné de générateurs et de transformateurs.

On sait qu'un commutateur, animé d'un mouvement synchrone avec celui du générateur des courants alternatifs, peut donner naissance à un courant pulsatoire de même sens, dont la tension prend successivement toutes les valeurs entre zéro et un certain *maximum*, déterminé par le générateur, et qui, par conséquent, est encore impropre à la mise en mouvement des moteurs à courant continu et à l'exécution des travaux électrolytiques.

Le problème que l'auteur s'est posé était d'obtenir un courant, dont la tension ne baisserait jamais au-dessous d'un certain *minimum* voulu, déterminé par la force électromotrice contraire à vaincre pendant l'exécution d'un travail électrique. Il a posé, à cet effet, pour la construction des commutateurs, les principes suivants :

Un commutateur *type* de ce genre se compose de deux séries de lamelles isolées les unes des autres, alternant entre elles, chaque série étant en communication électrique avec un pôle du générateur. La largeur des interstices intralamellaires se trouve dans un rapport déterminé à celle des lamelles ; ce rapport peut être réglé à volonté, ce qui a pour résultat que les balais d'un tel commutateur ne vont recueillir qu'une partie du courant de tension voulue.

Mettons qu'il s'agisse de charger une batterie

[1] Les expériences ont été faites au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

[2] *Comptes rendus*, tome CXVI, p. 1509.

Digitized by Google

d'accumulateurs : on commence par régler le rapport entre les lamelles et leurs interstices intralamellaires de façon que la tension du courant pulsatoire, recueilli par les balais et amené aux bornes de la batterie, ne puisse descendre au-dessous de la valeur de la force électromotrice contraire des accumulateurs, ce qui les empêchera de se décharger dans le circuit du générateur. Maintenant on achève la mise en jeu du commutateur par un mouvement déterminé des balais qui a pour but d'établir les interruptions du courant pulsatoire aux moments où sa tension sera égale à la force électromotrice contraire de la batterie en charge ; ceci exclut totalement la formation des étincelles.

Si l'on établit une dérivation dans le circuit des accumulateurs, il va y circuler un courant *continu*.

L'appareil se compose d'un moteur alternatif de petites dimensions (il n'a qu'à surmonter le frottement des balais) à axe prolongé, qui porte un commutateur construit suivant le principe ci-dessus exposé. Ce commutateur est formé de deux anneaux de frottement, isolés l'un de l'autre, et portant des balais qui leur amènent le courant alternatif. On a fixé sur chacun de ses anneaux et réuni électriquement avec lui deux séries de lamelles pointues, les pointes des lamelles dirigées dans le même sens, mais les lamelles de chaque série alternant entre elles. Les balais glissent sur la surface des lamelles ; ils peuvent se déplacer suivant leur périphérie et parallèlement à l'axe du commutateur. La combinaison de ces deux mouvements permet d'obtenir le *minimum* cherché de la tension du courant pulsatoire, ainsi que la formation et la rupture dudit courant aux moments où sa tension est égale à la force électromotrice contraire.

Voltmètre électrostatique Ayrton et Mather

Le professeur Ayrton et M. Mather viennent de modifier d'une manière assez heureuse le voltmètre électrostatique de lord Kelvin.

Dans cet appareil bien connu, on a obtenu le couple nécessaire en donnant à l'aiguille et aux cadrans une grande surface ; il en résulte que le moment d'inertie de l'équipage est grand, et, de plus, l'aiguille est aisément déformable, ou, si elle est épaisse, elle est trop lourde. C'est, du reste, cette considération qui a engagé le même inventeur à multiplier les aiguilles dans son type dit multicellulaire, pour basses tensions, que nous avons décrit dernièrement.

Dans le nouvel appareil (fig. 1) on a résolu la difficulté en développant les surfaces suivant l'axe de rotation, ce qui réduit le moment d'inertie, et en leur donnant une forme arquée, ce qui augmente leur rigidité.

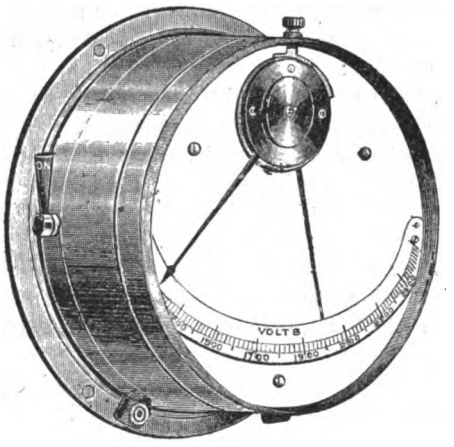


Fig. 1.

La figure 2, qui montre le détail de l'équipage, fera comprendre cette disposition ; la partie fixe qui constitue l'une des armatures du condensateur à capacité variable comprend trois segments de cylindres concentriques A, B, C, et l'aiguille qui forme l'autre armature est constituée par deux surfaces cylindriques E, F, qui viennent s'emboîter dans les intervalles des premières et qui sont solidaires d'un axe léger supporté par des chapes en agathe. Cet appareil fonctionne avec son axe horizontal, et l'attraction électrostatique est équilibrée par l'action de la gravité.

La figure 1 montre l'aspect extérieur de l'appareil ; comme on le voit, il porte, à côté de l'aiguille proprement dite, un index mobile depuis l'extérieur et qui sert de repère.

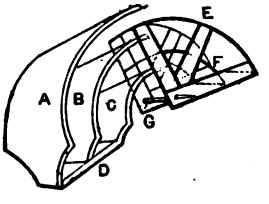


Fig. 2.

Le cadran, dont le rayon est de 15 cm et le développement de 25 cm., est supporté par de piliers en ébonite ; la boîte de l'appareil est soigneusement isolée des parties actives.

Un détail intéressant, ce sont les bornes de

Digitized by Google

l'appareil qui ont été étudiées en vue d'éviter tout contact accidentel.

Ces bornes sont représentées figure 3. Le tube en ébonite AA vissé dans la boîte renferme la pièce de contact E où vient se serrer le fil de connexion ; entre cette pièce et la partie correspondante de l'appareil, les armatures fixes par

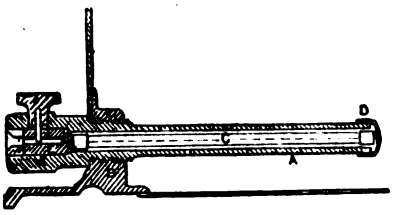


Fig. 3.

exemple, est intercalé un fil fusible de 0,025 mm de diamètre placé à l'intérieur d'un tube de verre et soudé à deux petites capes en métal ; un petit chapeau métallique D ferme le tube en ébonite et appuie contre la cape postérieure. Quand on visse les bornes dans la boîte, ce chapeau D vient automatiquement faire contact avec un ressort relié aux armatures. Les fils fusibles sont aisément remplaçables.

A côté de ces fils fusibles et comme surcroît de précautions, on a disposé à l'intérieur de la boîte un déchargeur à boule dont la distance est réglée de manière qu'il n'y ait jamais décharge entre les armatures et l'aiguille, au cas où le voltage dépasserait sa valeur limite normale.

Les appareils construits par W. Paul, de Londres, sont établis pour 500, 1 000, 2 000 et 2 400 volts.

E. M.

Sur l'hystérésis diélectrique, par M. R. Arno [1]

M. Arno vient de compléter ses recherches sur l'hystérésis diélectrique en mesurant l'énergie dépensée dans un corps fixe soumis à un champ électrique tournant. Le dispositif est identique à celui qu'il avait employé pour montrer la rotation d'un cylindre diélectrique dans un champ électrostatique tournant [1] ; il a été seulement complété par un amortisseur électromagnétique ; une suspension bifilaire permettait de déterminer le couple de rotation.

Un cylindre d'ébonite est suspendu entre quatre armatures ou segments de cylindre, reliées deux à deux et soumises à deux différences de potentiel alternatives, décalées de 90 degrés. Il est entraîné dans le sens de rotation du champ électrostatique ; connaissant la déviation qu'il subit, et la constante de la suspension, on peut calculer le couple auquel il est soumis ; le travail dépensé est égal au produit du couple par la vitesse angulaire de rotation, qui est égale elle-même à 2π fois la fréquence.

Pour chaque déviation on connaît donc la puissance dépensée dans le cylindre diélectrique. Dans les expériences de M. Arno, la différence de potentiel efficace a varié de 1 200 à 4 200 volts, ce qui, avec une distance de 4,2 cm entre les armatures, correspondait à des champs électriques de 0,95 et 3,33 unités électrostatiques.

Dans ces conditions, l'auteur a trouvé que la relation entre la puissance dépensée et l'intensité du champ était de la forme :

$$W = KE^{1,6}.$$

On retrouverait ainsi le même exposant 1,6, qui s'applique au cas de l'hystérésis magnétique, ce qui est assez remarquable.

On peut se rappeler ici que M. Steinmetz avait indiqué que l'énergie dissipée dans un condensateur en papier paraffiné varie comme le carré de la différence de potentiel ; d'après une théorie mise en avant par M. Hess, on peut expliquer cette perte proportionnelle au carré du champ par le fait de particules conductrices disséminées dans la masse diélectrique. L'expérience de M. Arno semble montrer que, dans son cas, il y avait une perte due à une autre cause, qui ne peut être que l'hystérésis diélectrique. E. M.

[1] Accademia dei Lincei, 30 avril 1893.

[1] Voir *Electricien*.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

(Liste communiquée par le cabinet G. BARDIN, fondé en 1868
5, rue Mazagran, Paris)

228021 **Faure.** — Perfectionnements dans les batteries électrolytiques pour les sels alcalins (18 février 1893).

228027 **Dessole, Tanière et Picard.** — Perfectionnements dans le travail électrolytique des métaux (18 février 1893).

228034 **Timmis.** — Perfectionnement aux électro-aimants (18 février 1893).

228036 **Lehmann.** — Pile accumulatrice (18 février 1893).

228044 **Meier.** — Méthode et appareils de moulage des commutateurs électriques, rosaces décoratives, boutons de sonneries et autres articles semblables en céramique, ainsi que de formation de vis sur ceux-ci (18 février 1893).

228047 **Senet.** — Perfectionnements aux piles primaires (18 février 1893).

228049 **Leblond.** — Pile électrique (18 février 1893).

228105 **Pfluger.** — Perfectionnements aux lampes à arc (20 février 1893).

228068 **Smith.** — Perfectionnements dans la fabrication des noyaux de fer pour les armatures des machines dynamos électriques (21 février 1893).

228116 **Lentz.** — Moyens propres à rendre les vases, cloisons ou diaphragmes poreux solidaires des électrodes dans les piles secondaires ou accumulateurs (21 février 1893).

228142 **Jacottet.** — Système de parafoudre pour canalisations électriques (22 février).

228144 **Wright.** — Perfectionnements dans les récepteurs télégraphiques imprimeurs (22 février 1893).

228145 **Millaud.** — Lampe électrique (27 février 1893).

228147 **Bayle.** — Perfectionnements aux régulateurs à arc voltaïque (27 février 1893).

228159 **Pécheur.** — Système de réglage applicable aux lampes à arc en général (23 février 1893).

228178 **Million.** — Pile électrique perfectionnée (23 février 1893).

228186 **Barbier.** — Pile à sous-produits utilisables (28 février 1893).

228188 **Piedfort.** — Procédé et mécanisme permettant de réaliser la télégraphie multiple (24 février 1893).

228189 **Andreoli.** — Sourdine pour bobines d'induction (24 février 1893).

228193 **Boudreux.** — Nouvelle construction de plaques d'accumulateurs (24 février 1893).

228196 **Andrillon.** — Compteur contrôleur pour vérifier la durée des lampes à incandescence (24 février 1893).

228227 **Suaire.** — Système de transmission des images à distance, dit : Téléfacigraphe (25 février 1893).

228322 **Société Thomson-Houston International electric company.** — Perfectionnements dans la construction des induits des machines dynamos électriques et moteurs (2 mars 1893).

228328 **Rolland.** — Pile électrique aérogène (2 mars 1893).

228335 **King.** — Perfectionnements dans les batteries secondaires (2 mars 1893).

228336 **King et Clark.** — Perfectionnements dans les batteries secondaires (2 mars 1893).

228351 **Mac Farlane et Adgar.** — Perfectionnements dans les douilles de montage des lampes électriques à incandescence (3 mars 1893).

228400 **Abdank Abakanowicz.** — Nouvelle méthode de compensation des effets d'hystérésis dans les appareils électriques (6 mars 1893).

CERTIFICATS D'ADDITION

218574 **Molin.** — Mécanique électro-photomagnétique supprimant le lisage des dessins (5 janvier 1893).

219038 **Peyronnet de Lafonvielle.** — Régulateur dynamo-électrique proportionnel dispensant la puissance en raison directe de la résistance, atténuateur des chocs et des efforts de démarrage (11 janvier 1893).

209937 **Pogneau.** — Pile Junius Pogneaux (16 janvier 1893).

226212 **Etienne.** — Ligne télégraphique spéciale et appareils destinés à mettre en communication un train en marche sur une voie ferrée avec les autres trains se trouvant sur la même voie et avec toutes les gares de la ligne et *vice versa* (16 janvier 1893).

222316 **Picard et Tanière.** — Système d'affinage des métaux par l'électricité et le martelage ou battage combinés (23 janvier 1893).

225889 **Jouannin et Morin.** — Nouvelle disposition de bain électro-statique (27 janvier 1893).

181832 **Société Française d'exploitation des procédés Hermite.** — Appareils et dispositions d'électrodes pour électrolyser le chlorure de magnésium dans le but de blanchir par le procédé de M. Hermite (1er février 1893).

221562 **Barrey.** — Disposition nouvelle permettant une dissolution continuellement saturée, applicable aux piles électriques en général et spécialement aux piles à sulfate de cuivre (4 février 1893).

227557 **Société générale des téléphones.** — Perfectionnements dans les commutateurs multiples pour réseaux téléphoniques et circuits métalliques (7 février 1893).

225382 **Buchet.** — Lampe à arc voltaïque à intensité variable (8 février 1893).

209850 **de Méritens.** — Nouvelle pile à grand débit (10 février 1893).

223589 **Société Perreur-Lloyd et Cie.** — Procédé perfectionné de production du cuivre électrolytique (14 février 1893).

227557 **Société générale des Téléphones.** — Perfectionnements dans les commutateurs multiples pour réseaux téléphoniques et circuits métalliques (11 février 1893).

225478 **Martier.** — Système de distribution électrique pholyphasée compound (18 février 1892).

Digitized by Google

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Mesure de la résistance d'un ensemble de circuits dérivés. — Nous lisons dans l'*Electrical World* une manière commode de trouver la résistance d'un ensemble de circuits dérivés; sir William Ramsdell, qui la donne, dit ne l'avoir vu publiée nulle part. Nous la donnons, bien qu'elle soit, sans aucun doute, employée par beaucoup de personnes parce qu'elle nous paraît plus simple que celle qui consiste à chercher l'inverse de la somme des inverses.

Prendre le plus petit commun multiple des résistances partielles; chercher le courant qui passerait dans chaque circuit en supposant une différence de potentiel égale à ce plus petit commun multiple, et additionner ces courants. La résistance totale est le quotient de cette différence de potentiel par la somme des intensités obtenues.

Exemple: 5 circuits ayant respectivement 2, 3, 4, 5 et 6 ohms, le plus petit commun multiple est 120, les courants produits seraient 60, 40, 30, 24 et 20, dont la somme est 174.

Le quotient $120 = 20$ est la résistance cherchée. — M. L.

Programme des prix à décerner en 1894 par la Société industrielle de Mulhouse. — Dans son assemblée générale du 31 mai 1893, la Société industrielle de Mulhouse a établi le programme des prix qui seront décernés en 1894. Les étrangers sont admis à concourir comme les nationaux. Les mémoires, dessins, pièces justificatives et échantillons devront être marqués d'une devise ou épigraphe choisie par l'auteur et adressés francs de port, avant le 15 février 1894, au Président de la Société industrielle de Mulhouse, en même temps qu'un pli cacheté renfermant le nom exact et l'adresse du concurrent. Le programme des prix est adressé à toute personne qui en fait la demande.

Parmi les sujets mis au concours, nous mentionnerons les suivants, qui intéressent plus particulièrement les électriciens.

Application de l'électricité à l'impression des tissus. — Médaille d'argent pour une application quelconque de l'électricité dans l'industrie de l'impression des tissus.

Installation de moteur électrique. — Médaille d'honneur pour une installation pratique réalisée dans un établissement industriel de la haute Alsace en vue de distribuer de la force motrice à un ensemble de machines ou d'appareils, au moyen d'un réseau électrique alimenté par une station centrale génératrice privée ou publique.

L'installation devra avoir fonctionné pratiquement pendant un an dans la haute Alsace; elle devra présenter, entre autres avantages, une économie appréciable sur le mode de distribution employé auparavant : canalisation de vapeur, transmissions rigides ou autres.

La médaille sera décernée non seulement à l'établissement dans lequel l'installation aura été faite, mais aussi au constructeur qui l'aura montée.

Moteur électrique à charge et vitesse variables. — Médaille d'honneur pour un moteur électrique capable de développer un travail et une vitesse variables à volonté, du simple au décuple au moins, pouvant être branché sur un réseau de distribution électrique et présentant, aux vitesses variables qu'on lui fait subir, des écarts de rendement de moins de 20 0/0. La puissance du moteur, à charge et vitesse de régime, devra être de 10 chevaux au moins; son rendement, à ces charge et vitesse, devra égaler celui des moteurs électriques courants.

Étude comparative de l'éclairage électrique et de l'éclairage au gaz. — Médaille d'honneur pour un mémoire traitant de la dépense comparative d'une installation électrique et d'une usine à gaz, destinée l'une et l'autre à fournir l'éclairage à un centre de population d'au moins 30 000 âmes.

La comparaison portera spécialement sur les points suivants :

1° Dépenses d'installation de la station centrale et de l'usine à gaz, de la distribution électrique et de la canalisation, de l'appareillage à domicile;

2° Dépenses de charbon nécessitées pour la production de force à la station centrale et la fabrication du gaz;

3° Dépenses d'exploitation et d'entretien dans les deux cas admis.

Un chapitre spécial sera consacré à l'évaluation détaillée des dépenses et des recettes résultant, dans le cas d'une usine à gaz, de la mise en valeur des sous-produits de la distillation.

Un autre chapitre traitera, en se basant sur un nombre suffisant de déterminations expérimentales, de la valeur photométrique des becs de gaz d'une consommation donnée et des lampes électriques qui leur sont couramment substituées. Il convient, en effet, dans la comparaison qu'il s'agit d'établir, de tenir compte du fait que la substitution de la lumière électrique à celle du gaz comporte généralement une augmentation du pouvoir éclairant. — M.

Compteur électrique. — Le *Praktische Maschinen Constructeur* décrit un compos-

Digitized by Google

teur électrique indiquant la date, le mois, l'heure et la minute. Il est constitué par quatre types de roues dentées, dont le mouvement est réglé par un électro-aimant qui est relié avec une horloge. Les roues de l'horloge correspondent exactement à celles du composteur. A l'aide d'un contact isolé, dans le mouvement de l'horloge, le courant électrique est envoyé chaque minute; l'armature de l'électro-aimant est attirée et la roue donnant la minute avancée d'un cran; après 60 minutes, celle des heures est également avancée d'un cran, et ainsi de suite. — Le composteur est donc automatique.

Par cet appareil on peut timbrer les lettres et les munir d'une indication donnant le moment où elles ont été reçues ou expédiées, et il peut servir de contrôle pour l'entrée et la sortie des ouvriers. — M.

Epuration électrique des eaux potables. — Le principe est le suivant: l'eau passe dans un électrolyseur contenant, comme électrodes négatives, des plaques de charbon et comme électrodes positives, des lames de fer; lorsque le courant passe, l'oxygène, qui se dégage au pôle positif, attaque le fer et produit un oxyde supérieur qui se détache et vient flotter à la surface du bain. On sait que l'oxyde de fer est un des réactifs les plus énergiques pour précipiter les matières organiques contenues dans les eaux.

Voici comment doit être appliqué le procédé pour la purification des eaux potables des villes, villas ou châteaux.

Les eaux sont amenées dans un réservoir, et de là refoulées dans l'électrolyseur. Celui-ci contient, dans son intérieur, des plaques de fer reliées au pôle positif d'une dynamo et des plaques de charbon reliées au pôle négatif; ces plaques sont parallèles entre elles et perpendiculaires à la direction du courant d'eau. Un tuyau placé à la partie supérieure, laisse échapper l'écume d'oxyde de fer et de matières organiques qui nagent à la surface de l'eau. Un autre tuyau, placé au niveau de l'électrode supérieure, conduit l'eau purifiée au filtre, dans lequel s'accumule l'eau électrolysée et y séjourne quelque temps pour permettre à la petite quantité d'oxyde de fer, maintenue en suspension, de se déposer. Un robinet de vidange permet d'évacuer le dépôt.

Une ampère-heure purifie 1 mètre cube d'eau. — M.

Programme des prix à décerner en 1893 par la Société industrielle du Nord de la France. — Cette Société décernera, dans sa séance publique de janvier 1894, des récompenses aux auteurs qui auront répondu d'une manière satisfaisante au programme des diverses questions mises au concours. Les mémoires présentés devront être remis au Secrétariat général de la Société avant le 1er octobre 1893.

Nous extrayons du programme les diverses questions qui peuvent intéresser nos lecteurs:

11° *Métallurgie.* — Etudes des derniers perfectionnements apportés dans la fabrication des métaux.

GÉNIE CIVIL

31° *Chemins de fer.* — Comparaison entre les différents systèmes de locomotives à grande vitesse, employées sur les chemins de fer français et étrangers, au point de vue de la stabilité, de la vitesse, de la montée des rampes, de la production de vapeur, de la consommation de combustible, etc. Rechercher quels moyens on pourrait employer pour augmenter la vitesse de marche et les mesures qu'il conviendrait d'adopter pour augmenter la vitesse commerciale.

32° *Tramways.* — Mémoire sur la question des tramways au point de vue: 1° de la construction, 2° de la traction et de l'exploitation.

Chacune de ces parties peut être traitée séparément.

33° *Applications de l'électricité.* — Étude complète des applications industrielles de l'électricité soit au transport de l'énergie, soit à la production de la lumière.

Décrire notamment les procédés employés pour produire, transporter, emmaganiser ou transformer l'électricité.

34° Étude sur les applications des appareils téléphoniques.

35° Machine motrice à air chaud à l'usage de la petite industrie et des fermes agricoles.

36° *Éclairage.* — Comparaison entre les différents modes d'éclairage.

ARTS CHIMIQUES ET AGRONOMIQUES

14° — Moyen économique de préparation de l'*ozone* et de *l'eau oxygénée* et expériences sur les applications diverses de ces produits, et en particulier au blanchiment des textiles.

15° — Étude du blanchiment par l'électricité.

16° — Étude sur la situation actuelle du blanchiment de la soie, de la laine, du coton et du lin par d'autres produits que les hypochlorites alcalins et l'acide sulfureux,

31° *Huiles.* — Déterminer un procédé permettant d'apprécier rapidement les qualités lubrifiantes des huiles de graissage suivant les usages auxquels elles sont destinées.

35° *Eaux vannes.* — Épuration et utilisation des *eaux vannes* industrielles et ménagères.

Le programme complet est adressé à toute personne qui en fait la demande au Secrétaire général de la Société industrielle du Nord de la France à Lille (Nord). — M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 134 22 Juillet 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

CONTRIBUTION THÉORIQUE A L'ÉTUDE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES TOURNANTS

Champ magnétique tournant. — Si un champ magnétique variable en fonction du temps est constitué de manière que l'intensité de ce champ en un point O tourne dans un plan autour de ce point, avec une vitesse angulaire uniforme, en conservant une grandeur constante, on obtient ce que l'on appelle un *champ magnétique tournant*.

Considérons une circonférence de rayon R, ayant son centre en O (*fig.* 1); traçons deux diamètres rectangulaires AA′, BB′; plaçons, d'une part, en A et A′ deux pôles magnétiques égaux et de signes contraires $+\alpha$ et $-\alpha$, et, d'autre part, en B et B′ deux autres pôles magnétiques égaux et de signes contraires $+\beta$ et $-\beta$. Le premier couple de pôles crée un champ magnétique dont l'intensité en O est dirigée suivant OA et a pour valeur $\frac{2\alpha}{R^2}$; analoguement le second couple de pôles crée un champ magnétique dont l'intensité en O est dirigée suivant OB et a pour valeur $\frac{2\beta}{R^2}$. Il est clair que l'intensité totale du champ, créée par les quatre pôles, a pour projections $\frac{2\alpha}{R^2}$ suivant OA, et $\frac{2\beta}{R^2}$, suivant OB; sa grandeur absolue est égale à $\frac{2\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{R^2}$.

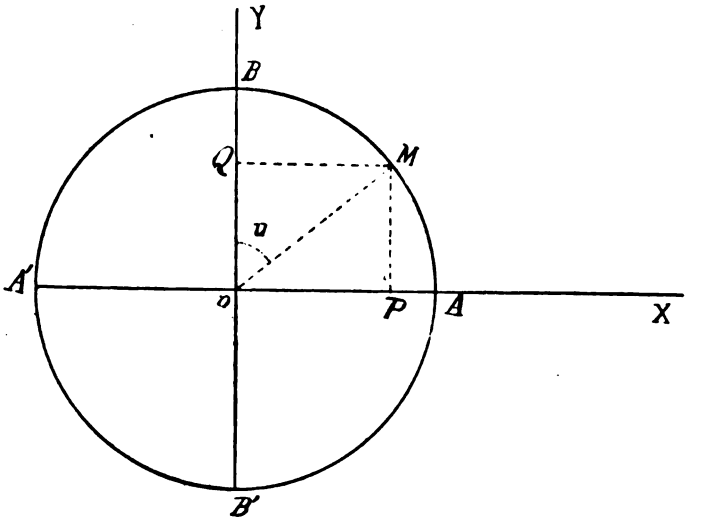


Fig. 1.

Cela posé, traçons la droite OM, qui fait avec OB, dans le sens du mouvement des aiguilles de la montre, l'angle BOM $= u$, et supposons que les masses magnétiques α et β aient respectivement pour valeurs

$$\begin{cases} \alpha = m \sin u \\ \beta = m \sin\left(u + \frac{\pi}{2}\right) = m \cos u; \end{cases}$$

Digitized by Google

les deux projections de l'intensité totale du champ magnétique en O deviendront

$$\begin{cases} \frac{2\alpha}{R^2} = \frac{2m}{R^2} \sin u & \text{suivant OA;} \\ \frac{2\beta}{R^2} = \frac{2m}{R^2} \cos u & \text{suivant OB;} \end{cases}$$

ces deux projections sont respectivement proportionnelles à celles OP et OQ du rayon OM, et l'on a

$$\begin{cases} \frac{2\alpha}{R^2} = \frac{2m}{R^3} \overline{OP} \\ \frac{2\beta}{R^2} = \frac{2m}{R^3} OQ; \end{cases}$$

il en résulte que l'intensité du champ magnétique en O est dirigée suivant OM et a pour valeur $\frac{2m}{R^2}$. Si donc nous supposons que la droite OM tourne uniformément autour du point O, dans le sens du mouvement des aiguilles de la montre, en attribuant à l'angle u la valeur variable :

$$u = \frac{2\pi t}{T},$$

et que les masses magnétiques α et β prennent respectivement les valeurs variables $\alpha = m \sin u$, et $\beta = m \cos u$, l'intensité du champ magnétique en O sera constamment dirigée suivant OM et conservera la valeur constante $\frac{2m}{R^2}$. Nous obtenons donc un *champ magnétique tournant.*

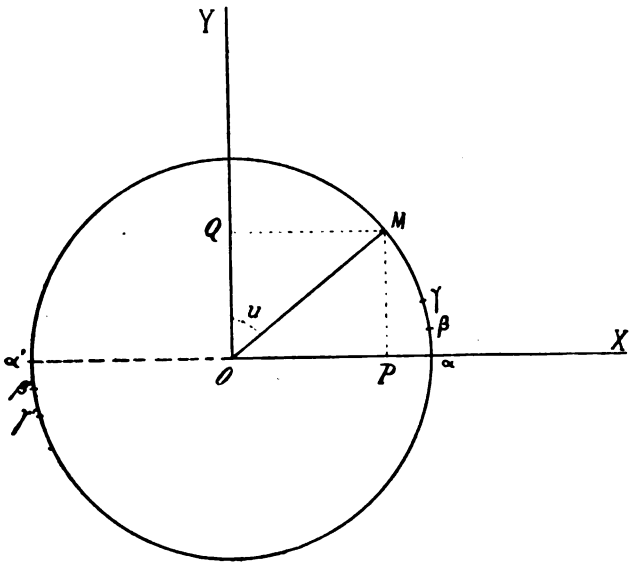


Fig. 2.

D'une manière générale, on peut obtenir un champ magnétique tournant au moyen n pôles magnétiques variables, occupant sur la circonférence de rayon R les sommets d'un polygone régulier (ce qui suppose $n > 2$). Désignons par α, β, γ..., λ ces divers pôles (fig. 2) et considérons, comme ci-dessus, le rayon mobile OM faisant avec OY l'angle

$$\text{YOM} = u = \frac{2\pi t}{T};$$

Attribuons enfin aux masses magnétiques les valeurs

$$\alpha = m \sin u$$
$$\beta = m \sin \left(u + \frac{2\pi}{n}\right)$$
$$\gamma = m \sin \left(u + \frac{4\pi}{n}\right)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\lambda = m \sin \left[u + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right]$$

Digitized by Google

L'intensité totale du champ magnétique au point O, projetée sur l'axe des x, donne une composante X déterminée par la formule

$$R^2X = \alpha + \beta \cos\frac{2\pi}{m} + \gamma \cos\frac{4\pi}{n} + \ldots + \lambda \cos\frac{2(n-1)\pi}{n};$$

en remplaçant α, β, γ..., λ par leurs valeurs, on trouve facilement

$$\frac{2\alpha}{m} = \sin u + \sin u$$

$$\frac{2\beta}{m}\cos\frac{2\pi}{n} = \sin u + \sin\left(u + \frac{4\pi}{n}\right)$$

$$\frac{2\gamma}{m}\cos\frac{4\pi}{n} = \sin u + \sin\left(u + 2\frac{4\pi}{n}\right)$$

. . . . . .

$$\frac{2\lambda}{m}\cos\frac{2(n-1)\pi}{n} = \sin u + \sin\left[u + (n-1)\frac{4\pi}{n}\right].$$

Faisons la somme de ces relations; nous trouverons dans le second membre une somme de n sinus d'arcs en progression arithmétique dont la raison est $\frac{4\pi}{n}$, somme identiquement nulle, plus la somme de n termes égaux à $\sin u$. On a, par conséquent :

$$X = \frac{nm}{2R^2}\sin u = \frac{nm}{2R^2}\overline{OP}.$$

Analoguement la projection Y de l'intensité du champ magnétique en O sur l'axe des y est déterminée par la formule

$$R^2Y = \beta \sin\frac{2\pi}{n} + \gamma \sin\frac{4\pi}{n} + \ldots + \lambda \sin\frac{2(n-1)\pi}{n};$$

on a d'ailleurs

$$\frac{2\beta}{m}\sin\frac{2\pi}{n} = \cos u - \cos\left(u + \frac{4\pi}{n}\right)$$

$$\frac{2\gamma}{m}\sin\frac{4\pi}{n} = \cos u - \cos\left(u + 2\frac{4\pi}{n}\right)$$

. . . . . .

$$\frac{2\lambda}{m}\sin\frac{2(n-1)\pi}{n} = \cos u - \cos\left[u + (n-1)\frac{4\pi}{n}\right];$$

Si l'on fait la somme de ces relations, on trouve que le second membre se réduit à $n \cos u$; par conséquent

$$Y = \frac{nm}{2R^2}\cos u = \frac{nm}{2R^2}\overline{OQ}.$$

Les deux projections X et Y étant proportionnelles à OP et à OQ, on voit que l'intensité du champ magnétique en O est constamment dirigée suivant la droite mobile OM et, par suite, tourne uniformément autour de O avec la vitesse angulaire $\frac{u}{t} = \frac{2\pi}{T}$, absolument indépendante du nombre des pôles inducteurs. Cette intensité de champ conserve constamment la valeur

$$\sqrt{X^2 + Y^2} = \frac{nm}{2R^2}.$$

Courants alternatifs polyphasés. — Considérons un courant alternatif sinusoïdal, établi dans un circuit donné; son intensité I à un instant quelconque t sera déterminée par la formule

$$I = I_0 \sin\frac{2\pi}{T}(t - \theta),$$

Digitized by Google

dans laquelle nous désignons :
par I_0 l'intensité maximum du courant
par θ un des instants où l'intensité du courant s'annule,
par T la durée de la période.

Si dans un circuit identique à celui-là nous établissons un courant alternatif déterminé par l'équation

$$I' = I_0 \sin \frac{2\pi}{T}(t - \theta'),$$

les deux courants I et I' auront la même intensité maximum et la même période T, mais il n'auront pas la même *phase*, c'est-à-dire que les zéros du premier et ceux du second ne se produiront pas aux mêmes instants; nous dirons donc que ces deux courants sont *déphasés* ou *décalés*. Supposons, pour fixer les idées, que l'on ait $\theta > \theta'$; la phase du courant I' sera en avance de $\theta - \theta'$ sur celle du courant I, car on a identiquement :

$$t - \theta' = (t - \theta) + (\theta - \theta').$$

Soit, pour simplifier les écritures,

$$\frac{2\pi}{T} = m \quad \text{et} \quad t - \theta = t';$$

posons d'ailleurs,

$$\theta - \theta' = \varepsilon T = \frac{2\varepsilon\pi}{m};$$

les équations de nos deux courants deviendront :

$$\begin{cases} I = I_0 \sin mt' \\ I' = I_0 \sin(mt' + 2\varepsilon\pi). \end{cases}$$

Si ces deux courants coexistaient dans le même circuit, on aurait pour l'intensité du courant résultant :

$$I + I' = 2I_0 \cos \varepsilon\pi \sin(mt' + \varepsilon\pi).$$

Plus généralement, considérons n courants *polyphasés*, en leur attribuant des numéros d'ordre et établissant entre deux courants successifs la différence de phases constante εT. Si tous ces courants coexistaient dans un même circuit, l'intensité du courant résultant serait

$$I_0[\sin mt + \sin(mt + 2\varepsilon\pi) + \ldots + \sin(mt + 2(n-1)\varepsilon\pi)]$$

La formule trigonométrique relative à une somme de sinus d'arcs en progression arithmétique permet de remplacer cette expression par

$$I_0 \frac{\sin[mt + (n-1)\varepsilon\pi]\sin n\varepsilon\pi}{\sin \varepsilon\pi}.$$

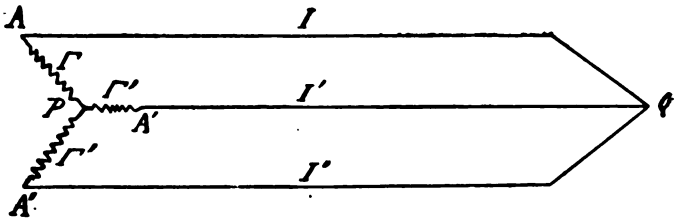


Fig. 3.

Le courant résultant s'annulerait si l'on prenait pour ε la valeur

$$\varepsilon = \frac{k}{n},$$

k désignant un entier quelconque.

Cette annulation du courant résultant se produit notamment pour trois courants alternatifs *triphasés* à un tiers de période. On peut, pour obtenir ces courants, recourir, par exemple, à un alternateur Gramme, en établissant, entre les bobines élémentaires de l'induit fixe, les connexions convenables pour créer trois circuits distincts, égaux entre eux et possédant le décalage voulu. Les trois circuits induits Γ, Γ', Γ'' peuvent être couplés

Digitized by Google

en étoile (fig. 3) ; on prend un des bouts de chaque circuit, et l'on réunit ces trois bouts en P ; les trois autres bouts, A, A′, A″, forment les origines des conducteurs par lesquels doivent respectivement être captés les trois courants triphasés.

$$\begin{cases} I = I_0 \sin mt \\ I' = I_0 \sin\left(mt + \frac{4\pi}{3}\right) \\ I'' = I_0 \sin\left(mt + \frac{4\pi}{3}\right). \end{cases}$$

Il suffit de réunir en un point Q les extrémités libres de ces trois conducteurs pour que les courants circulent : imaginons, en effet, que nous fassions communiquer métalliquement les points P et Q, de manière à fermer le circuit ; les trois courants coexistant dans ce conducteur auxiliaire dons neraient un courant résultant d'intensité nulle, en sorte que ce conducteur de fermeture du circuit serait absolument inutile. Les points P et Q sont deux *points neutres*, en chacun desquels les trois courants se détruisent.

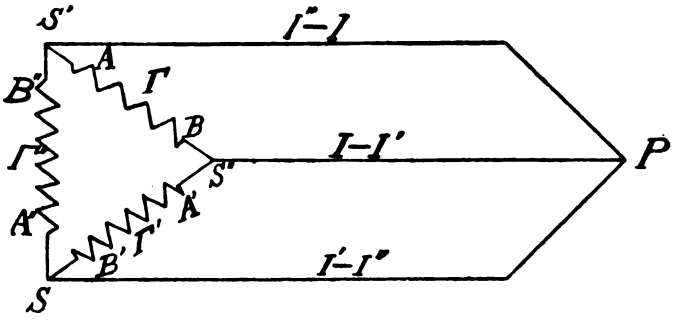


Fig. 4.

Faisons maintenant le couplage en tension des trois bobines r, r′, r″ au moyen des jonctions *en triangle* que nous indiquons sur la figure 4. A un instant quelconque, les forces électromotrices d'induction correspondant aux trois bobines sont proportionnelles aux sinus de trois arcs en progression arithmétique dont la raison est $\frac{2\pi}{3}$; il en résulte que leur somme est nulle et qu'aucun courant ne peut s'établir dans le circuit SS′S″. Mais faisons partir des trois sommets du triangle trois conducteurs dont nous réunirons les extrémités libres en un point P ; en désignant, comme ci-dessus, par I, I′, I″ les intensités des courants développés à l'instant t dans les trois bobines, nous trouverons pour valeurs des courants captés par les conducteurs SP, S′P et S″P

$$\begin{cases} I' - I'' = \sqrt{2}\, I_0 \sin\left(mt + \frac{\pi}{2}\right) \\ I'' - I = \sqrt{2}\, I_0 \sin\left(mt + \frac{\pi}{2} + \frac{2\pi}{3}\right) \\ I - I' = \sqrt{2}\, I_0 \sin\left(mt + \frac{\pi}{2} + \frac{4\pi}{3}\right). \end{cases}$$

nous obtenons donc des courants triphasés au tiers de la période. Comme la somme des intensités de ces trois courants est constamment nulle, leur point de jonction P est un point neutre.

Un système de n courants polyphasés à $\frac{1}{n^{ième}}$ de période donnerait lieu à des considérations tout à fait analogues à celles qui viennent d'être exposées relativement aux courants triphasés.

(*à suivre*). Félix Lucas.

Digitized by Google

LAMPE A ARC A CHARBONS INCLINÉS

Depuis longtemps, les constructeurs se sont occupés de régulateurs à arc à charbons symétriquement inclinés sur l'axe de l'appareil. La plupart d'entre nous se rappellent en avoir vu en fonctionnement. L'idée n'est pas nouvelle. Cependant elle est séduisante.

L'intérêt est appréciable de pouvoir employer une lampe dont la longueur des crayons

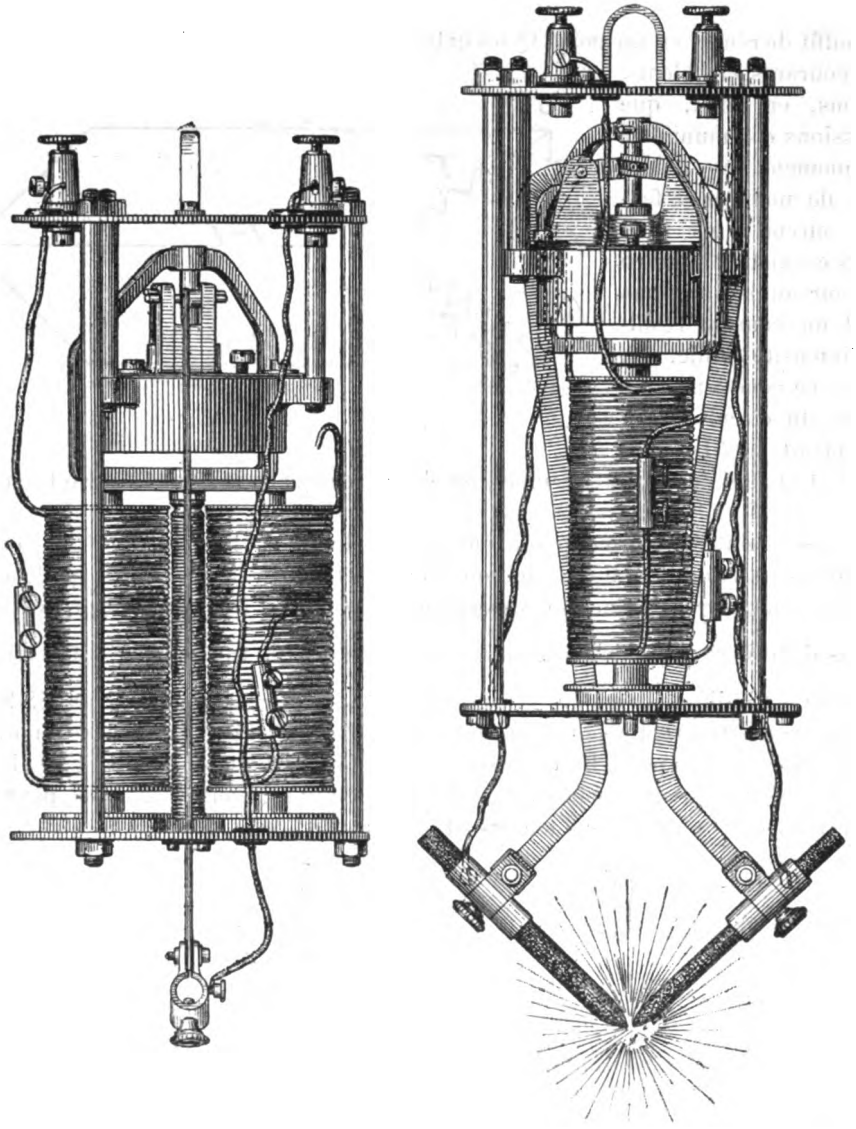


Fig. 1.

est, pour ainsi dire, arbitraire, sans pour cela augmenter les dimensions en hauteur et en volume de l'appareil en vue d'éclairage de longue durée. Ses congénères à charbon disposés horizontalement ont obtenu un certain succès.

Bien des essais ont été tentés, ils n'ont pas tous réussi, tant s'en faut. C'est qu'aussi

Digitized by Google

la solution intégrale et complète n'est pas aussi simpliste qu'on se l'imagine communément. Interrogez les personnes s'adonnant à cette spécialité d'appareillage, vous serez promptement éclairé sur les difficultés. L'égale répartition de l'éclairage sur le sol en est une, et pas la moindre, si tant est qu'il ne soit fait usage que des courants continus.

Un premier modèle, imaginé par MM. Lavolley et Mittau, représenté par la figure 1, ne leur a pas procuré toute satisfaction. Les crayons cylindriques ne convenaient pas du tout. Quelqu'un leur suggéra l'emploi des charbons semi-cylindriques dont la figure 2 donne une vue en élévation et une section transversale. Leurs surfaces cylindriques étaient en regard, et, en dépit de l'élimination de l'obstacle qui, d'après les prévisions, devait s'opposer à l'épandage de la lumière, c'est-à-dire après enlèvement de la moitié inférieure du crayon, le cratère se creusait de telle sorte que le faisceau lumineux était émis d'un seul côté, laissant l'autre partie dans l'ombre.

Fig. 2.

M. Miot, constructeur de l'appareil des premiers inventeurs, le perfectionna beaucoup en leur collaboration commune. Il nous tarde d'arriver à la description du modèle définitif qui aujourd'hui est livré aux consommateurs.

Nous nous aiderons, dans l'exposé du dispositif nouveau, des tracés schématiques donnés par les figures 3 et 4, dont l'un représente l'ensemble de la lampe après, toutefois, l'avoir séparé de l'électro-aimant excitateur, dont la construction est indiquée à part dans la figure 4 afin de ne pas compliquer le

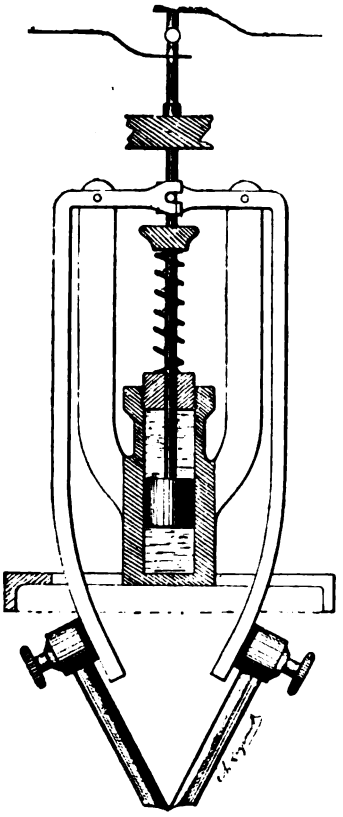


Fig. 3.

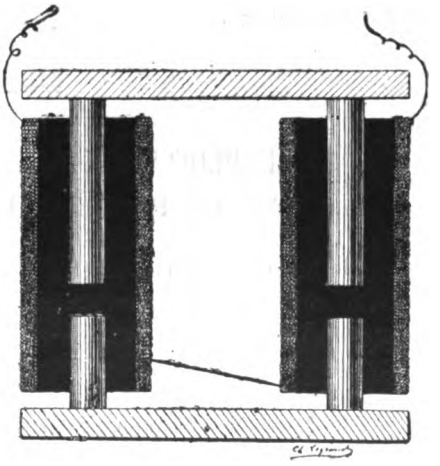


Fig. 4.

dessin d'ensemble d'où il serait résulté une certaine difficulté de lecture. Il est, au surplus, placé sous l'embase de la lampe.

Essentiellement, l'appareil se compose d'une fourche dont les branches jaillissent d'un corps cylindrique central venu de fonte avec son embase. Dans ce corps cylindrique creux se meut un piston plongé dans un liquide visqueux, de la glycérine par exemple, qui remplit la fonction d'amortisseur. Le piston est surmonté d'une tige, filetée sur une partie

Digitized by Google

de sa hauteur. Entre le couvercle du cylindre et un bouton moleté qui monte sur la partie filetée de la tige du piston se trouve un ressort à boudin antagoniste.

La tige traverse l'armature de l'électro aimant et s'y butte. Les deux leviers coudés à angle droit, qui constituent les porte-charbons, prennent leur point d'appui sur chacune des branches de la fourche ; leurs extrémités supérieures taillées en lanterne embrassent une goupille transversale à la tige du piston amortisseur, comme l'indique le schéma figure 3. Les blocs de fixation du porte-charbon sont isolés de leur levier.

L'électro-aimant (fig. 4) est à plongeur dans les bobines excitatrices, avec un très petit intervalle laissé entre le noyau fixe et le noyau mobile, de telle sorte que sa sensibilité est grande. Le jeu de l'appareil est très simple.

Au repos, les charbons sont amenés en contact par l'action du ressort à boudin antagoniste qui fait remonter la tige du piston, et agit sur les leviers. Lorsque le courant passe, l'électro-aimant s'anime, l'armature est attirée vers le bas, la tige de l'amortisseur suit ce mouvement, entraîne vers le bas les extrémités des leviers qui déterminent l'éloignement des charbons à l'écartement demandé par l'intensité du courant employé.

Le réglage s'effectue en manœuvrant le bouton moleté qui comprime ou dilate le ressort antagoniste. Le même modèle fonctionne avec des intensités de courant fluctuant entre 4 et 10 ampères, rien que par les variations de la tension du ressort.

Les crayons employés sont cylindriques, mais, pour conjurer l'inconvénient que nous avons mentionné tout à l'heure, il a fallu recourir à un ingénieux artifice, qui consiste à rendre plus dure la portion cylindrique supérieure du charbon dans lequel s'ouvre le cratère. On y est arrivé en la métallisant. C'est le nickelage qui a fourni les meilleurs résultats.

Cette lampe est très robuste et de fabrication facile.

La hauteur totale du mécanisme ne dépasse pas 0,20 m. Sa place est indiquée dans l'appareillage des locaux où le plafond n'est pas à une grande hauteur. On recherche souvent cet avantage.

Em. Dieudonné.

EXPLOITATION DES ARBRES A GUTTA-PERCHA
PAR LE PROCÉDÉ DE M. DIEUDONNÉ RIGOLE

Dans le but d'éviter l'abatage des arbres pour en retirer la gutta-percha qu'ils contiennent, M. Dieudonné Rigole, de Singapore, vient de faire breveter un nouveau procédé et un appareil permettant d'extraire, à l'aide du bisulfure de carbone, la gutta-percha contenue dans les feuilles et dans les jeunes pousses des *Isonondras*, *Dichopsis* et autres arbres à gutta.

Voici la description de son procédé d'après notre confrère le *Scientific American*. Les feuilles et les jeunes pousses sont préalablement concassées, de manière à déchirer les cellules qui contiennent la gomme, puis placées en cet état dans l'appareil d'épuisement A.

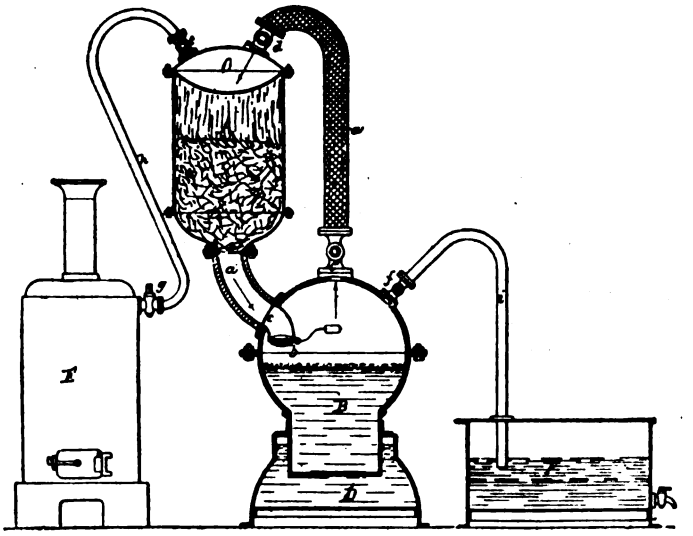
La chaudière B contient du sulfure de carbone, dont les vapeurs, passant par le tube *a*, arrivent dans le condenseur C où elles prennent l'état liquide. Du condenseur, le dissolvant passe dans le vase, traverse la couche de feuilles dont il dissout les parties solubles, et la dissolution retombe alors dans la chaudière par le tube *a'* qui est muni d'une soupape à contrepoids *b* s'ouvrant automatiquement dès que le tube *a'* est plein. Une toile métallique *c*, disposée à l'intérieur du tube *a'*, filtre la dissolution, et arrête les débris de bois ou de feuilles qui pourraient être entraînés dans la chaudière. Après avoir dissous une certaine quantité de gutta-percha, le sulfure de carbone qui est retombé dans la chaudière

Digitized by Google

s'évapore de nouveau, revient dans le condenseur C, retombe sur les feuilles, dissout une nouvelle quantité de gomme, et ainsi de suite, l'opération se continuant jusqu'à épuisement complet des feuilles.

Afin d'éviter le refroidissement des tubes *a* et *a'*, on a soin de les entourer d'une enveloppe mauvaise conductrice de la chaleur.

Par suite de sa distillation, le sulfure de carbone qui traverse l'appareil d'épuisement A est toujours pur, c'est-à-dire ne contient pas de gutta-percha en dissolution, et l'épuisement des feuilles est très rapide. Naturellement, il faut éviter d'amener le sulfure de carbone contenu dans la chaudière à la température de l'ébullition pour que la gutta-percha ne soit pas amenée à une température trop élevée, ce qui aurait pour effet de faciliter son oxydation ultérieure. Dans ce but, la chaudière, est placée dans un bain-marie D dont l'eau est toujours maintenue à une température ne dépassant pas 45 degrés centigrades.



Une chaudière E, destinée à fournir de la vapeur d'eau, est reliée à l'appareil d'épuisement A par un tube *h* pourvu de deux robinets *e* et *g*. Un autre tube *i*, muni d'un robinet *f*, fait communiquer la chaudière B avec un bac F.

Lorsque l'épuisement des feuilles placées en A est terminé, on ferme le robinet *c'*, dont est munie la partie inférieure du tube *a*, ainsi que le robinet *d* qui se trouve à sa partie supérieure ; le tube *a* n'est plus alors en communication avec la chaudière B. Cela fait, on ouvre alors le robinet *e*, *f* et *g*, et l'on fait arriver dans le vase A un puissant jet de vapeur surchauffée. Cette vapeur, fournie par le générateur E, arrive dans la chaudière B, en passant par le tube *h*, le vase A et le tube *a'*, et entraîne avec elle les petites parties de gutta-percha restant sur les feuilles. Ce jet de vapeur, passant dans la chaudière B, en sort par le tube *i*, et volatilise le sulfure de carbone qu'elle entraîne avec elle dans le bac E. Le sulfure de carbone ayant une densité plus grande que celle de l'eau tombe naturellement au fond du bac, d'où on peut le retirer ensuite à l'aide d'un robinet placé vers le bas, sur la droite de la figure.

La gutta-percha qui se trouvait en dissolution dans la chaudière B devient de plus en plus pâteuse à mesure que le sulfure de carbone est entraîné par la vapeur, et il arrive un moment où, les dernières traces du dissolvant ayant été volatilisées, la gutta-percha reste seule à l'état solide.

Pour chasser complètement le sulfure de carbone, il est bon de prolonger un peu l'action de la vapeur, mais il faut éviter d'atteindre le point où il se produirait une oxydation de la gutta-percha.

Vingt-deux à vingt-cinq minutes suffisent pour effectuer l'opération complète d'épuisement et pour chasser le dissolvant.

Le même appareil peut être utilisé avec d'autres dissolvants que le sulfure de car-

Digitized by Google

bone, tels, par exemple, que la benzine et le chloroforme; mais le prix élevé de ces substances augmente dans une proportion notable le prix de revient de la gutta-percha ainsi obtenue. La benzine présente, en outre, cet inconvénient, qu'il est très difficile d'enlever complètement à la gutta-percha obtenue les dernières traces de ce dissolvant.

J.-A. MONTPELLIER.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, le 6 Juillet 1893.

Le Comité mixte des Chambres des lords et des communes, nommé pour rechercher les moyens de protéger les intérêts menacés par l'extension des lignes de tramways électriques, a terminé l'audition des témoins et experts.

Les débats ont duré du 19 au 27 juin; les séances ont été suivies avec le plus grand intérêt par les personnes engagées dans l'industrie électrique et par la presse quotidienne.

Le lundi 19 juin, on a entendu deux témoins: sir Courtenay Boyle, du *Board of Trade*, et M. W.-H. Preece, deux experts plus ou moins officiellement désignés par le Comité pour l'assister dans ses travaux.

Sir C. Boyle, bien qu'il ne soit pas un spécialiste, a produit la meilleure impression, et a montré une connaissance complète de la question des perturbations apportées par les tramways électriques au service des téléphones.

La déposition de M. Preece était également pleine d'intérêt. Il a rendu compte des expériences instituées pour déterminer la nature et l'intensité de ces perturbations, en particulier au « City and South London Railway ».

***

Les pertes à la terre de cette ligne sont assez considérables pour avoir influencé un fil du « Post Office » et pour actionner un appareil à North-Walsham, à 210 km de distance. Les courants dérivés sur la ligne de tramways de Blackpool se font sentir avec une telle intensité qu'ils ont suffi pour faire partir une minute avant l'heure exacte le canon qui donne le temps à Blackpool, canon dont l'inflammation est déterminée par un courant spécial envoyé sur une ligne.

M. Preece a cité d'autres cas où l'on a noté des perturbations sur les signaux de block des lignes de chemin de fer; il a insisté sur les dommages qui pourraient provenir d'actions électrolytiques sur les tuyaux d'eau et de gaz si on admettait que les courants intenses opéraient leur retour par la terre.

M. W.-E. Gaine, directeur de la « National Telephone C° », lord Kelvin et le Dr J. Stephenson étaient les principaux témoins cités par ladite Compagnie.

M. Gaine a cherché à montrer quels seraient les inconvénients, les difficultés et les frais entraînés par la modification des lignes actuelles à un seul fil; ses collègues ont démontré l'existence des perturbations causées par les courants de tramways, et ont préconisé l'emploi d'un circuit de retour isolé pour les prévenir comme étant la seule solution équitable.

Les intérêts des Compagnies de chemins de fer ont été soutenus par MM. Aspinal et Langdon, tandis que MM. Crompton et Swinburne ont pris en main la défense des tramways électriques.

***

La *conversazione* du président de la Société des Électriciens, le 23 juin, a eu un grand succès.

Il y avait environ 750 personnes présentes, représentant toutes les branches de la science et de l'industrie électrique en Angleterre.

***

Le Dr Veeder, un savant américain, a entrepris une série de recherches sur l'aurore boréale et son influence sur les courants terrestres. Comme on le sait, ces courants terrestres sont généralement attribués à l'influence du soleil, et il s'agit d'établir la relation exacte des deux phénomènes.

L'expédition polaire du lieutenant Peary va fournir une excellente occasion d'étudier les aurores boréales. Cette expédition doit séjourner pendant environ deux ans au-delà du 77° parallèle. En même temps que ces observations seront faites dans l'extrême nord, d'autres expérimentateurs feront des observations en divers points du globe sur l'intensité et la direction des courants

Digitized by Google

terrestres. Ces recherches peuvent conduire à des résultats intéressants.

***

La Commission royale des communications entre phares et sémaphores va entreprendre une seconde tournée d'inspection sur nos côtes, en particulier en Écosse et en Irlande. La Commission s'embarquera à Glengariff, dans le sud de l'Irlande, le 11 juillet, et visitera les phares de Fastenet et de Bull-Rock; le 12, elle ira à l'île de Man, à bord du yacht de l'amirauté l'*Enchanteress*, qui les conduira ensuite au nord de l'Irlande et de l'Écosse.

***

Les rues de Londres vont être brillamment illuminées en l'honneur du mariage du prince Georges de Galles; mais ce sont surtout les vieux procédés d'éclairage qui entreront en scène. C'est surtout le gaz qui servira à l'illumination des édifices publics; cependant le « General Post-Office », à Saint-Martin-le-Grand, constituera une brillante exception avec ses rangées de lampes de 16 bougies placées à 30 cm de distance; il n'y en a pas moins de 1 100 en tout, sans compter un motif de décoration spécial. La Bourse et quelques autres édifices seront également éclairés par des lampes à incandescence à ampoules multicolores.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 juillet 1893

Rayonnement de différents corps réfractaires, chauffés dans le four électrique, par J. Violle. — M. Violle a étudié le rayonnement de divers corps portés à haute température dans le four électrique.

Il importait d'abord de savoir si l'on pouvait trouver dans l'arc, comme l'avait annoncé Rossetti, une température notablement supérieure à celle du charbon positif.

Pour le reconnaître, il a introduit normalement dans l'arc une fine baguette de charbon.

Cette baguette s'use rapidement, se creusant du côté qui regarde la cathode et se recouvrant d'un dépôt pulvérulent en face de l'anode. En un mot, elle se comporte exactement comme un fil de métal dans un bain galvanoplastique, suivant la loi de Grotthus. N'est-ce pas d'ailleurs une véritable électrolyse que cette dépolymérisation signalée par M. Berthelot dans les « Remarques » qu'il a bien voulu présenter au sujet d'une des précédentes communications de l'auteur?

En appliquant à l'examen de la cavité offerte par la baguette les méthodes qui lui ont servi à étudier l'extrémité du charbon positif (Spectrophotométrie, Photographie), il a trouvé que l'éclat lumineux était le même sur la baguette que sur le charbon positif.

Pour introduire dans le four les substances sur lesquelles on voulait opérer, on avait pratiqué dans la paroi, normalement à la direction de l'arc, un trou horizontal dans lequel on pouvait faire glisser une tige de charbon présentant une échancrure sur laquelle reposait le corps à étudier. On pouvait donc l'amener dans l'arc même, ou le chauffer à quelque distance, ou enfin ne l'introduire dans l'enceinte qu'après extinction de l'arc. On a dû, en effet, varier les conditions de l'expérience suivant la fusibilité, suivant la volatilité et suivant la réductibilité de la substance.

M. Violle a opéré sur du charbon, de la chaux, de la magnésie, de la zircone et de l'oxyde de chrome; il a constaté que ces substances si différentes offrent dans le four exactement le même éclat, impressionnent également l'œil ou la plaque photographique. Ainsi, dans une enceinte fermée dont tous les points sont à la même température, tous ces corps sont en équilibre de rayonnement, suivant la loi de Kirchhoff.

***

L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants; mesure des champs magnétiques de grande fréquence, par le Dr A. d'Arsonval. — On emploie actuellement en électrothérapie trois procédés principaux d'électrisation, qui sont: 1° la *franklinisation*; 2° la *voltaïsation*; 3° la *faradisation*, suivant que l'on a recours, comme source électrique, aux machines électrostatiques, à la pile ou à la bobine d'induction. A ces trois méthodes, M. d'Arsonval en a récemment ajouté deux autres : 1° la voltaïsation sinusoïdale[1], et

[1] Voir *Comptes rendus*, 21 mars 1891; *Archives de Physiologie*, janvier 1892 et avril 1893.

Digitized by Google

2° l'électrisation par les courants de haute fréquence [1]. Dans tous ces procédés, le corps humain est mis en communication matérielle avec la source électrique au moyen de conducteurs appropriés qui constituent les réophores. Dans la nouvelle méthode désignée sous le nom d'*autoconduction*, il n'en est plus ainsi : l'être en expérience est complètement isolé de la source électrique. Les courants qui circulent dans l'individu ne lui parviennent pas au moyen de conducteurs, ils prennent naissance dans ses propres tissus, jouant le rôle de circuit induit fermé sur lui-même [2].

Ces courants peuvent acquérir une puissance considérable, car ils ne produisent aucune douleur ni aucun phénomène conscient chez l'individu qui en est le siège. Ils agissent néanmoins énergiquement sur la vitalité des tissus.

L'auteur obtient ce résultat en plongeant le sujet tout entier, ou une partie seulement de son corps, dans un champ magnétique oscillant, de très haute fréquence.

Ce champ magnétique alternatif est produit de la façon suivante : sur un cylindre en matière isolante (carton, bois ou verre, suivant les dimensions de l'appareil), est enroulé, en une ou plusieurs couches, un câble à lumière soigneusement isolé. On constitue de la sorte un solénoïde, *dans l'intérieur* duquel on place le sujet à électriser. Ce solénoïde est traversé par la décharge d'un condensateur, rendue oscillatoire par les procédés décrits dans la conférence faite par l'auteur à la Société de Physique (20 avril 1892).

Il emploie, comme condensateur, de deux à douze bouteilles de Leyde cylindriques, disposées en deux batteries, reliées en cascade, dont la surface couverte à 50 cm de haut sur 20 cm de diamètre.

La charge est effectuée périodiquement par un transformateur donnant environ 15 000 volts. Ce transformateur est animé par un alternateur Siemens, sans fer, pouvant donner, au maximum, un courant de 12 ampères sous 350 volts.

La fréquence est de soixante périodes par seconde. Dans ces conditions, la puissance d'induction du solénoïde, sur tout corps conducteur plongé dans son intérieur, est vraiment étonnante, comme le montrent les expériences suivantes :

1° On plonge dans un solénoïde (composé de trois à cinq tours d'un câble à 10 brins de 8 mm carrés) un fil de cuivre roulé en un cercle unique dont les extrémités portent une lampe de 100 bougies, consommant 3 ampères sous 110 volts ; cette lampe est portée au blanc éblouissant ;

2° Un homme arrondit ses bras de façon à embrasser le solénoïde, et tient dans chaque main les extrémités d'une lampe à incandescence. Le circuit formé par les bras est le siège d'un courant induit assez puissant pour allumer cette lampe qui prend 1/10 d'ampère environ. On diminue, autant que possible, la résistance de la peau des mains en les plongeant dans deux vases contenant de l'eau salée chaude.

L'alternateur peut être remplacé par une puissante bobine de Ruhmkorff qu'animent des accumulateurs pour opérer la charge périodique du condensateur. Les effets sont naturellement moins puissants, mais ce dispositif suffit néanmoins pour mettre en évidence la puissance d'induction du champ magnétique et son action sur l'organisme.

Pour mesurer la puissance de champs magnétiques de cette fréquence, M. d'Arsonval a complètement échoué avec toutes les méthodes de mesure usitées pour les basses fréquences. Cette mesure était essentielle dans ses recherches, pour pouvoir se placer toujours dans des conditions identiques. Il est parvenu à l'effectuer très simplement, en utilisant les courants de Foucault, de la manière suivante :

Dans un petit solénoïde, relié en série au grand qui contient l'animal, il plonge un thermomètre à mercure. Le mercure est le siège de courants de Foucault qui l'échauffent très rapidement. Avec quatre jarres, la température du thermomètre s'élève à plus de 150° en quelques secondes.

L'effet calorifique mesure le produit de la fréquence par le carré du courant et permet d'opérer dans des champs identiques. Pour les faibles puissances, où il faut tenir compte des variations de la température de l'air, il remplace le thermomètre à mercure par un thermomètre à pétrole ou à air dont le réservoir renferme un petit tube de cuivre.

Ce mode d'électrisation exerce une action très puissante sur les phénomènes intimes de la nutrition, comme le montrent l'analyse des produits de la respiration et le fonctionnement des organismes inférieurs. L'auteur reviendra en détail sur ces effets, car il se borne dans cette Note à indiquer les procédés physiques qui lui ont permis de les obtenir.

A l'occasion de cette Communication, M. Cornu ajoute :

[1] Voir *Société de Biologie*, 1891 ; *Archives de Physiologie*, avril 1893.

[2] Voir *Société de Biologie*, 4 février 1893.

Digitized by Google

M. d'Arsonval nous a rendus témoins, M. Marey et moi, des principaux résultats consignés dans la Note précédente. Nous avons été particulièrement frappés de l'expérience dans laquelle six lampes (125 volts — 0,8 ampère) ont été portées à l'incandescence dans le circuit formé par nos bras, circuit formant dérivation sur les extrémités du solénoïde induit par les décharges oscillantes. Nous n'avons pas éprouvé la moindre impression par le passage du flux électrique auquel nous étions soumis: on ne pouvait cependant pas douter de l'énorme quantité d'énergie traversant notre corps (900 volts × 0,8 ampères = 720 watts): elle se manifestait soit par l'incandescence des lampes, soit par les étincelles vives et nombreuses qui se produisaient à la rupture du circuit. Cette même quantité d'énergie électrique, transmise sous forme de courants alternatifs à longues périodes (de 100 à 10 000 par seconde), aurait suffi pour nous foudroyer: dans les conditions ci-dessus, elle ne produisait aucune sensation appréciable.

***

Sur certains effets physiologiques de la faradisation unipolaire, par Aug. Charpentier. — En étudiant l'excitation des nerfs de la grenouille par la faradisation unipolaire, l'auteur a pu observer quelques faits intéressants qui lui permettent de considérer cette méthode, trop délaissée jusqu'ici, comme pouvant rendre des services spéciaux, et faciliter l'étude de certains problèmes physiologiques.

Il a employé dans ses recherches l'appareil d'induction dit *chariot de du Bois-Reymond* dans lequel l'intensité de l'excitation est réglée par la distance de la bobine induite à la bobine inductrice. La bobine induite doit être ici à fil fin et long. Un fil conducteur est relié à une seule des bornes et amène en un point déterminé et unique du nerf les variations d'état électrique causées par les intermittences du courant primaire, emprunté à 1 ou 2 piles Grenet. Les intermittences peuvent varier de 5 à 100 ou davantage (par seconde) sans modifier la nature des effets produits.

L'électricité agit plutôt par les variations de son potentiel que par sa masse, qui reste toujours très faible, comme dans l'électrisation statique.

Le conducteur peut être, en effet, coupé par une couche d'air ou d'un diélectique quelconque plus ou moins épais (plus de 2 cm dans ses expériences), à condition que les deux parties métalliques de la section puissent jouer le rôle d'un condensateur, même de très faible capacité. Ainsi, une clef de Morse *ouverte* transmet l'excitation au nerf, tandis que deux aiguilles même très voisines ne la conduisent pas.

Une résistance très forte sur le fil conducteur n'affaiblit pas l'excitation ; il a pu intercaler jusqu'à 40 000 ohms sans modification de l'effet produit.

L'excitation est plus forte si l'on fait communiquer avec la terre, soit la borne inactive de la bobine induite, soit le corps même de l'animal. En remplaçant la terre par divers condensateurs on voit que la capacité du système joue un rôle important, et qu'il y a une capacité *optimum*. En approchant la main de la bobine induite, l'effet produit augmente.

Ce genre d'excitation agit surtout sur le nerf moteur, un peu moins sur le nerf sensitif, pas du tout sur le muscle. En éloignant convenablement la bobine induite, on peut agir sur le nerf moteur seul. On peut ainsi étudier facilement les variations locales et générales de la motricité sur l'animal vivant et normal. Seulement il est nécessaire d'isoler le nerf des tissus en le soulevant avec une lame non métallique.

Ces particularités et d'autres que l'auteur ne peut exposer ici différencient nettement l'excitation faradique unipolaire de la faradisation bipolaire ordinairement employée.

Cette méthode d'excitation lui a permis de produire certains effets d'inhibition qui ne peuvent guère être expliqués que par une interférence des ondes nerveuses nées aux points excités, et transmises le long du nerf avec une vitesse médiocre.

1° Si l'on amène l'excitation unipolaire par un réophore bifurqué, c'est-à-dire s'il y a sur le nerf deux points de contact reliés au même pôle, l'effet est affaibli d'une part, et, d'autre part, l'affaiblissement augmente avec la distance des électrodes. Si l'on pouvait disposer d'une assez grande longueur de nerf, on trouverait probablement des points neutres correspondant à l'interférence complète, mais M. Charpentier n'a pas vu ces points neutres en opérant sur 2 cm à 3 cm de nerf au plus.

2° Si l'on écrase le nerf sur une certaine longueur, ce qui lui permet de transmettre l'excitation électrique, mais ce qui lui fait perdre sa structure au point de ne plus recevoir ni transmettre les excitations mécaniques, thermiques ou physiologiques (volonté, réflectivité, etc.), le phénomène précédent n'a plus lieu, et les deux électrodes produisent le même effet, quel que soit leur écartement.

3° On peut transmettre l'excitation faradique

Digitized by Google

unipolaire à un autre nerf ou même à une autre grenouille, simplement en les reliant par un fil métallique à un point du nerf excité, point plus ou moins éloigné du lieu de l'excitation. Or, si l'on opère sur la même grenouille, l'excitation du second nerf est d'autant plus faible que les deux points de contact métalliques sont plus écartés sur le nerf directement excité. Cela n'a pas lieu au contraire en reliant ce nerf à celui d'une *seconde grenouille*. Or, dans ce dernier cas, une seule condition manque, qui existe au contraire dans la première expérience: c'est la conduction par les tissus *à partir du point excité*. Cela montre que l'affaiblissement constaté en opérant avec une seule grenouille ne peut tenir qu'à une interférence de cette excitation transmise par les tissus avec l'excitation *recueillie un peu plus loin sur le nerf* par le conducteur métallique.

Ces phénomènes d'inhibition paraissent donc tenir à une interférence des ondes nerveuses suscitées par l'excitation électrique.

JURISPRUDENCE

La Société des Lampes Incandescentes contre Daniel Augé. — La 9e chambre du Tribunal correctionnel a rendu le jugement ci-dessous dans ce Procès en contrefaçon, pendant depuis plusieurs années :

Le Tribunal, après en avoir délibéré conformément à la loi.

En ce qui concerne la contrefaçon de la lampe ;

Attendu que la Société demanderesse revendique, comme étant sa propriété exclusive (voir dires 1 et 2) :

1° Un brûleur filamenteux en charbon, continu, filiforme, souple, flexible, recourbé sur lui-même et porté à l'incandescence par un courant électrique au passage duquel il oppose une haute résistance, le dit brûleur provenant de la carbonisation d'un filament de matière fibreuse d'origine végétale ou organique, dans un moule on sur un mandrin susceptible de lui donner sa forme définitive, et placé dans un globe à l'intérieur duquel on a fait le vide ;

2° L'emploi de fils de platine conducteurs du courant électrique, scellés directement dans le verre du globe et attachés aux extrémités du filament charbonneux ;

3° L'agencement du globe ou ampoule, avec une douille métallique à contacts isolés qui sert à la fois, à recevoir les conducteurs de platine dont il vient d'être parlé et à ajuster l'ampoule sur un candélabre ou un bras de chandelier, relié avec la conduite électrique ;

4° La combinaison de la lampe donnant de la lumière par incandescence, au moyen d'un brûleur en filament charbonneux, renfermé dans un globe où l'on a fait le vide et réuni au circuit extérieur par des fils de platine scellés dans le verre, et une douille à contacts isolés ;

Attendu que pour justifier ses revendications, la Société demanderesse invoque :

1. Un brevet français n° 130.910 du 28 mai 1879 ;

2. Un brevet n° 133.756 du 20 novembre 1879 ;

3. Un certificat d'addition du 29 décembre 1879 rattaché au brevet n° 130.910 ;

4. Un brevet n° 136.088 du 13 avril 1880 ;

5. Un brevet n° 145.544 du 28 octobre 1881 ; lesdits brevets et certificat d'addition délivrés à qui les a cédés à la Société des lampes incandescentes Edison ;

Attendu que le brevet n° 138.910 décrit un type de lampes à incandescence dont le brûleur est constitué par un fil continu soit en platine, soit en platine et iridium, soit en fer ou en nickel, placé dans un tube en verre où l'air est épuisé au moyen d'une pompe Sprengel ;

Attendu que ce brevet ne prévoit nullement l'emploi d'un brûleur, constitué par un charbon filiforme et continu comme celui qu'aurait contrefait le défendeur ;

Attendu, sans doute, qu'il y est question d'une lampe dont le brûleur est constitué par une tige de carbone dont l'une des extrémités est en contact avec un fil de platine iridium. Mais attendu, que dans cette lampe l'incandescence est obtenue par la résistance qu'oppose au passage du courant électrique le contact imparfait de la tige de carbone avec le fil de platine irridium,, et nullement par une résistance provenant uniquement de la faible section d'un filament charbonneux continu. Attendu d'ailleurs, que par suite d'une disposition de la lampe, il est impossible d'y faire un vide absolu et que la tige de carbone se consume au contact du fil métallique, lorsque le courant électrique la rend incandescente.

Attendu par conséquent, que le brevet 133.756 est nul pour description insuffisante, en vertu de l'article 30, § 6 de la loi du 5 juillet 1884 ;

Attendu que le certificat d'addition du 29 décembre 1879 se réfère à des perfectionnements du procédé de fabrication du filament en charbon et aux moyens employés pour le réunir aux conducteurs ;

Attendu, en effet, que le brûleur décrit dans ce certificat, est constitué par du papier épais et de préférence par du Bristol, découpé en forme de fer à cheval, transformé en charbon dans un creuset suivant un procédé décrit *in extenso*, et est réuni à ses deux extrémités par des pinces à des fils conducteurs en platine qui traversent l'ampoule vide d'air dans les parois de laquelle ils sont scellés ;

Attendu que c'est par une erreur évidente, résultant des termes mêmes du mémoire descriptif qu'Edison a rattaché ce certificat au brevet de 130.910 qui, ainsi qu'il a été dit, ne décrit pas de lampe par incandescence dont le brûleur soit constitué par un filament en charbon filiforme et con-

Digitized by Google

tinu. — Attendu que ce certificat aurait dû être rattaché au contraire au brevet 133.756;

Attendu qu'en admettant que cette erreur de rattachement puisse être rectifiée et n'entraîne pas par elle-même la nullité du certificat du 29 décembre 1879, la description du procédé de carbonisation qui y est contenue ne saurait couvrir la nullité qui atteint le brevet 133.756;

Attendu qu'il est de règle, en effet, que tout brevet doit se suffire par lui-même et qu'il suit de là que l'inventeur ne peut se prévaloir de ce qu'un certificat d'addition qu'il renferme supplée à ce qui manque au brevet (Pouillet, brevets d'invention, n° 467);

Attendu, dès lors, que le brevet 133.756 étant nul, sa nullité réagit sur le certificat d'addition qui meurt avec lui (Pouillet eodem);

Attendu que le brevet n° 136.088 du 13 avril 1880 s'occupe de la construction de la lampe en général, indique comment on doit procéder pour réaliser le vide dans le globe renfermant le brûleur, comment on introduit dans ce globe le brûleur avec ses pinces et comment les fils conducteurs de platine sont scellés dans une douille spéciale en forme de col;

Attendu qu'après avoir rappelé que les brûleurs sont obtenus au moyen d'une matière fibreuse, susceptible de carbonisation ou de papier convenablement carbonisés, mentionnés dans ses précédents brevets, Edison ajoute : « J'ai reconnu depuis qu'un conducteur incandescent de très grande résistance par rapport à la surface rayonnante peut être fait avec des filaments naturels qui sont susceptibles de carbonisation... Je préfère employer le filament simple, blanchi de chanvre de Manille, quoique toutes les fibres larges, rondes et filamenteuses, au lieu de cellulaires, puissent être employées, comme cela est expliqué dans le brevet;

Attendu que ce brevet ne décrit pas le procédé à suivre pour la carbonisation du filament qui constitue le brûleur et est insuffisant, par conséquent, comme description, en ce qui concerne les moyens à employer, pour réaliser pratiquement un conducteur en charbon par la carbonisation de la fibre de chanvre de Manille dont il préconise l'emploi;

Attendu d'ailleurs que la fibre de chanvre de Manille se trouvait implicitement comprise dans les matières végétales fibreuses mentionnées dans le brevet n° 133.756 et qu'à ce point de vue encore, le brevet 136.088 ne renferme pas, en ce qui concerne du moins le brûleur, d'invention brevetable;

Attendu que par le brevet n° 145.544 du 28 octobre 1881, Edison a fait breveter des perfectionnements dans les lampes électriques consistant : 1° dans la construction d'un culot à vis muni de bagues métalliques, qui permet de fixer promptement et facilement la lampe sur un support et à la mettre en communication avec la conduite électrique; 2° et dans un procédé spécial, destiné à relier les extrémités inférieures du brûleur en charbon avec les fils de platine par lesquels passe le courant;

Attendu, en résumé, que le brevet 130.910, relatif à la construction d'une lampe électrique par incandescence dont le brûleur est constitué par un fil métallique ne saurait servir de base à la revendication de la Société demanderesse à la propriété exclusive d'une lampe par incandescence, comprenant comme organe essentiel, un brûleur *filamenteux en charbon* continu et filiforme; que les brevets 133.756 et 136.088 qui, à la différence du précédent, préconisent l'emploi d'un brûleur filamenteux en charbon d'origine végétale, continu et filiforme, sont nuls, parce qu'ils ne décrivent pas les procédés de fabrication d'une manière suffisante pour permettre à un homme du métier de réaliser promptement et facilement l'invention dont ils étaient destinés à réserver la propriété à Edison et à ses ayants droit;

Attendu que le certificat d'addition du 29 décembre 1879 est nul, soit parce que, renfermant la description d'un procédé de carbonisation, il est étranger à l'objet du brevet 130.910 auquel il a été rattaché par erreur, soit parce que le brevet 133.756, auquel il se réfère, en réalité est nul pour insuffisance de description;

Attendu, dès lors, que la Société demanderesse ne justifie pas de son droit exclusif à l'emploi d'un brûleur en charbon filiforme et continu, et par conséquent, son action en contrefaçon manque de base juridique;

Attendu, au surplus, que les brevets 133.756 et 136.080 et le certificat d'additien du 29 décembre 1879, alors même qu'ils ne devraient pas être annulés pour les causes qui viennent d'être indiquées, ne sauraient, en présence des antériorités qui sont indiquées dans le rapport des experts, assurer à Edison que la propriété de l'emploi pour l'éclairage par incandescence de charbons très résistants et continus obtenus par la carbonisation des fibres végétales filamenteuses et des papiers ou cartons dont il a spécifié la nature;

Attendu que le brûleur inventé par de Khotinsky et fabriqué par Augé, est obtenu par la carbonisation de minces lanières découpées dans des plaques de *cellulose colloïde;*

Attendu que cette cellulose préparée, en soumettant du coton cardé à l'action de divers acides, ne présente pas le caractère fibreux et la structure cellulaire du fil de coton ou des fibres végétales qui sont employées par Edison; qu'elle en diffère totalement par son homogénéité et sa structure amorphe;

Attendu, dès lors, que le brûleur fabriqué par Augé ne saurait être considéré comme un simple perfectionnement du brûleur Edison, mais bien comme un produit industriel nouveau dont l'exploitation ne constitue pas une contrefaçon;

Attendu, d'autre part, que par suite, tant des nullités qui viennent d'être indiquées que des antériorités qui sont exposées et justement appréciées dans le rapport des experts, la Société demanderesse ne saurait prétendre à l'emploi exclusif de l'ampoule vide d'air et de conducteurs en platine scellés dans le verre;

Attendu, d'ailleurs, que la lampe fabriquée par Augé ne reproduit pas les agencements de la lampe Edison, en ce qui concerne la réunion du filament de charbon avec les conducteurs en platine, le système de fermeture de l'ampoule et la disposition du tube qui sert à y pratiquer le vide;

Attendu, par conséquent, qu'Augé en ce qui concerne la fabrication de sa lampe, n'a pas commis le délit de contrefaçon qui lui est imputé.

En ce qui concerne la contrefaçon du culot :

Attendu qu'il résulte des saisies opérées, qu'Augé a adapté à plusieurs de ses lampes des culots fabriqués par la Société demanderesse;

Attendu, en effet, que ces culots qui font l'objet du brevet 145.544 avaient été vendus par ladite

Digitized by Google

Société en même temps que les lampes Edison avec lesquelles ils étaient scellés au moyen de plâtre;

Attendu que ces lampes étant devenues hors d'usage ont été achetées par Augé qui en a détaché les culots pour les sceller à des lampes de sa fabrication;

Attendu qu'en se servant ainsi de culots qu'Edison a fait valablement breveter, qui n'ont jamais été vendus isolément et ont toujours été considérés, au contraire, comme faisant partie intégrante des lampes Edison, et en les scellant à ses propres lampes, suivant le procédé indiqué dans le brevet 145.544, Augé s'est rendu coupable de contrefaçon;

Attendu que les culots dits à « baïonnette » dont Augé a fait usage ne reproduisent pas les dispositions du culot Edison, le contact des fils de platine de la lampe avec les conducteurs étant obtenu par d'autres moyens;

Attendu, d'autre part, qu'en présence du grand nombre de combinaisons imprimées pour relier les lampes à la conduite électrique, le culot, qui en réalité fait partie de la lampe, ne saurait faire l'objet d'une propriété exclusive indépendamment des organes spéciaux qui le composent;

Attendu, par conséquent, qu'Augé, en adaptant à ses lampes des culots à baïonnette, n'a pas contrefait l'invention Edison.

En ce qui concerne le délit d'usurpation du nom :

Attendu que l'article 1er de la loi du 28 juillet 1824 punit des peines portées en l'article 423 du code pénal ceux qui auront fait apparaître par addition, sur des objets fabriqués, le nom d'un fabricant autre que celui qui en est l'auteur;

Attendu que la Société demanderesse prétend qu'Augé a commis le délit dont il s'agit, en vendant des lampes munies du culot breveté à son profit et sur lequel figure le nom d'Edison;

Mais attendu que si Augé, ainsi qu'il vient d'être dit, a eu le tort d'adapter à ses lampes des culots fabriqués par la Société requérante, il n'a pas, à proprement parler, fait figurer le nom d'Edison sur ses produits, ni cherché à créer une confusion de nature à tromper le public;

Attendu, en effet, qu'Augé fait graver le nom de Khotinsky sur le verre de ses lampes, et que le nom d'Edison n'existe que sur les culots où il a été apposé par la Société requérante elle-même;

Attendu, d'autre part, qu'Augé n'a pas exposé aux regards du public, de manière à le tromper sur leur origine, des lampes revêtues du culot dont il vient d'être parlé; que dans ses entêtes de lettres et dans ses prospectus, il précise au contraire que les lampes par lui vendues sont des lampes à incandescence de Khotinsky, et que ces lampes peuvent être montées sur des douilles (culots) de divers systèmes;

Attendu, dès lors, qu'on ne retrouve pas dans la cause les éléments du délit d'usurpation de nom;

PAR CES MOTIFS :

Renvoie Augé des fins de la plainte en ce qui concerne le délit d'*usurpation de nom et celui de contrefaçon* des *lampes Edison;* dit au contraire qu'il s'est rendu coupable de contrefaçon en *adaptant à diverses lampes de sa fabrication des culots fabriqués par la Société requérante*, et lui faisant application de l'article 40 de la loi du 5 juillet 1844 :

Le condamne en deux cents francs d'amende.

Statuant sur les conclusions de la partie civile :

Attendu que le délit retenu à la charge d'Augé a causé à la Société demanderesse un préjudice dont il lui est dû réparation, que le Tribunal a les éléments nécessaires pour en apprécier l'importance; condamne Augé, par toutes voies de droit et même par corps, à payer à la Société demanderesse la somme de cinq mille francs à titre de dommages-intérêts; déboute ladite Société du surplus de ses conclusions; condamne Augé, à titre de supplément de dommages-intérêts, à tous les dépens. »

Les deux parties ont interjeté appel de ce jugement.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Les moteurs à gaz et l'éclairage électrique. — Notre confrère l'*Electrical Review*, de Londres, remarque que l'extension des moteurs à gaz est très lente en ce moment ; une des raisons citées serait le manque de connaissances pratiques des personnes qui s'en servent pour leur éclairage privé, et qui les font fonctionner dans des conditions peu économiques, en employant des moteurs trop puissants marchant à faible charge. Notre confrère s'étonne également de voir combien sont rares les propriétaires de moteurs à gaz qui cherchent à en tirer un plus grand profit en fournissant l'éclairage à leurs voisins immédiats.

Les essais d'application des moteurs de grande puissance aux usines proprement dites continuent de divers côtés ; des moteurs de 400 et 500 chevaux du genre Otto sont actuellement en construction. — E.

Indicateur électrique de l'heure du départ des trains. — Chacun connaît le dispositif employé depuis plusieurs années déjà à Paris. A côté de chaque train en partance se trouve un tableau lumineux indiquant l'heure de départ et la destination du train. Un employé doit chaque fois changer le transparent.

L'appareil électrique, installé à Berlin par la Société générale d'électricité, manœuvre automatiquement les plaques indicatrices d'heure et de destination, au fur et à mesure du départ ou de la formation des trains. — M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 135 29 Juillet 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES MOYENS DE DIMINUER LES ÉTINCELLES AUX BALAIS DES MACHINES DYNAMOS A COURANTS CONTINUS

On sait que, même dans les meilleures machines à courants continus, il faut déplacer les balais pour n'avoir pas d'étincelles lorsque le courant varie.

Pour qu'une machine se comporte réellement bien en pratique, il faut non seulement que l'on puisse trouver une position des balais qui ne donne pas d'étincelles pour chaque courant, mais il faut encore que cette position présente une certaine marge de chaque côté afin qu'une petite erreur dans la position des balais ne soit pas préjudiciable à leur bon fonctionnement; il faut encore que le courant puisse varier dans de grandes limites sans qu'un déplacement des balais soit nécessaire. L'idéal serait d'arriver à ne pas avoir de déplacement, quelle que soit la charge. Une bonne machine peut approcher beaucoup de ce desideratum; nous allons étudier les moyens qui permettent d'y arriver.

Il faut distinguer deux phases bien distinctes du problème.

Soit un induit parcouru par le courant I; ce courant entre dans l'induit par un des balais, s'y divise en deux, se réunit de nouveau sous l'autre balai, et sort de l'induit. Le courant dans les sections de l'induit est donc $\frac{I}{2}$, et il change de sens chaque fois que la bobine a passé sur les balais.

1° Il faut que pour chaque charge déterminée de la machine il existe une position des balais sans étincelles.

Théoriquement, cette position est celle où, par le seul jeu des forces électromotrices agissant sur la bobine mise en court-circuit par les balais, le courant dans celle-ci se trouve renversé et amené à avoir sa valeur normale $\frac{I}{2}$, qu'il conserve après que le balai aura quitté la lame du collecteur.

Si les balais sont trop en arrière, le courant n'aura pas encore atteint, au moment de la rupture du court-circuit, la valeur $\frac{I}{2}$ qu'il doit avoir après; il y aura donc un saut brusque de courant accompagné d'étincelles au balai. Si, au contraire, les balais sont trop avancés, le courant dans la bobine se trouvera non seulement renversé, mais sa valeur dépassera celle de $\frac{I}{2}$ qu'il doit avoir après la rupture du court-circuit : il y aura donc encore un brusque changement de courant au moment où le balai quittera la lame correspondante du collecteur et, par conséquent, étincelles. Les figures 1, 2 et 3 montrent ces trois cas. Dans ces figures, les abscisses représentent le déplacement des bobines de l'induit sous les balais; les ordonnées, les courants dans la bobine.

La distance entre les traits verticaux représente l'espace pendant lequel les bobines sont en court-circuit.

La figure 1 représente le cas où les balais sont calés trop en arrière; le courant, au

Digitized by Google

moment de la rupture du court-circuit, n'a pas encore atteint la valeur $\frac{I}{2}$ qu'il doit avoir après.

Dans la figure 2, le courant a juste atteint, au moment de la rupture du court-circuit, la valeur qu'il doit avoir après ; dans la figure 3 il a dépassé cette valeur.

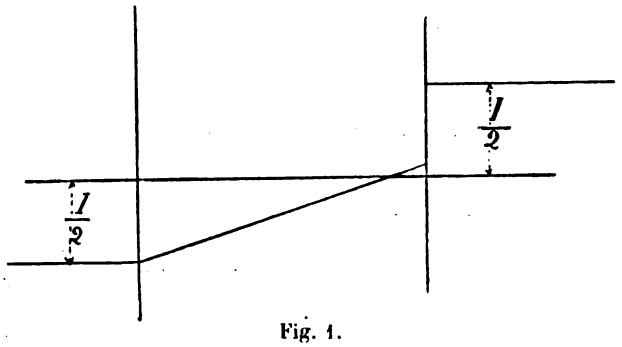


Fig. 1.

C'est la position de la figure 2 qui est évidemment la bonne.

Rappelons que, pour que cette position soit possible et soit la même pour toutes les bobines de l'induit, il faut que les bobines soient distribuées d'une façon très uniforme à sa surface, et de plus que la différence de potentiel magnétique entre les pièces polaires de la machine, exprimée en ampères-tour, soit plus grande que le nombre d'ampères-tour de l'induit. Toutes ces conditions sont bien connues et nous n'y insisterons pas davantage.

2° Mais il faut encore que le courant I de la machine puisse varier sans qu'un changement dans la position des balais soit nécessaire ; et plus cette variation pourra être grande, meilleure sera la machine.

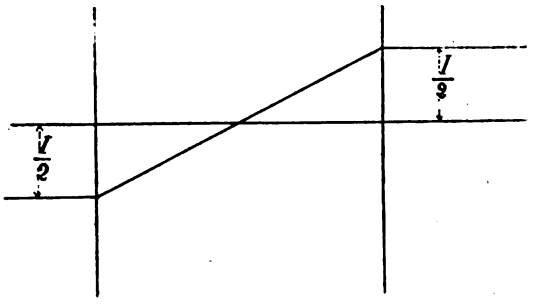


Fig. 2.

Appliquons ce qui précède, par exemple, au fonctionnement des moteurs ; leur charge varie constamment et brusquement (moteurs de tramways, ponts roulants, machines-outils, etc.) et l'on ne peut régler les balais continuellement ; il est donc très important qu'une grande variation de charge soit possible sans que des étincelles dangereuses apparaissent.

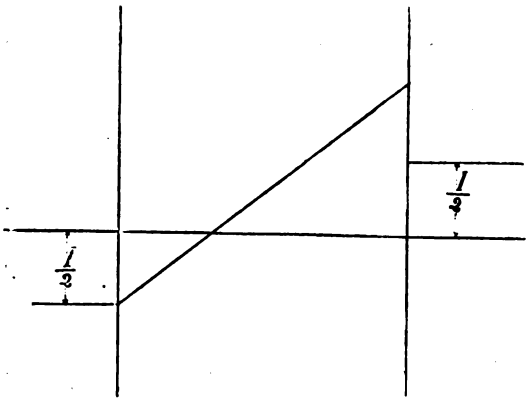


Fig. 3.

Considérons une position des balais qui ne donne pas d'étincelles pour un courant I et faisons varier ce courant.

Lorsque le courant augmente, le champ magnétique pour la bobine mise en court-circuit devrait augmenter pour qu'il n'y ait pas d'étincelles, tandis qu'au contraire il diminue à cause de la réaction de l'induit. Le courant dans la bobine mise en court-circuit n'aura donc pas atteint la valeur $\frac{I}{2}$ au moment où les balais quitteront la lame du collecteur ; à ce moment, il y aura un brusque changement de courant dans la bobine et, par conséquent, pas d'étincelles.

Digitized by Google

On voit facilement qu'il est avantageux de rendre cette réaction de l'induit aussi facile que possible, c'est-à-dire de rendre la différence de potentiel magnétique entre l'induit et les pièces polaires exprimée en ampères-tour aussi grande que possible par rapport aux ampères-tours sur l'induit.

Malheureusement toutes sortes de considérations pratiques s'y opposent et surtout la question de prix.

Il faut nous tourner du côté des autres facteurs sur lesquels nous pouvons agir.

Chaque fois donc que la charge de la machine variera en-deçà et au-delà de celle pour laquelle les balais ont été réglés, il y aura un brusque changement de courant dans la bobine mise en court-circuit par les balais au moment où ceux-ci quitteront la lame du collecteur.

Ce changement de courant sera accompagné d'un changement de flux brusque qui donnera naissance à une étincelle, ou d'une tendance à donner des étincelles aux balais. On peut même poser que l'étincelle sera en raison directe de la variation de flux.

Le problème consiste donc à rendre ce changement de flux aussi faible que possible pour un changement donné de courant dans la section qui se trouve sous les balais.

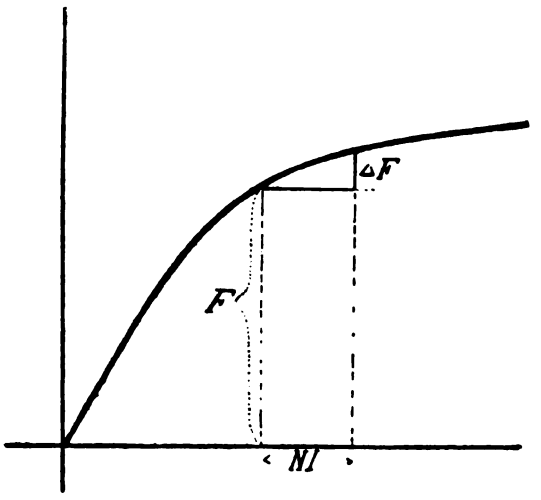


Fig. 4.

Pour pouvoir appliquer les résultats du calcul à diverses machines il faut rapporter ce changement du courant dans la bobine mise en court-circuit au courant total de la machine.

En désignant par I ce courant, cherchons, par exemple, quelle serait la variation de flux lorsque le courant dans la bobine sous les balais change de $-\frac{I}{2}$ à $+\frac{I}{2}$, c'est-à-dire de I ampères.

Soit N le nombre de spires de la bobine, la variation des ampères-tour sera NI.

F étant le flux de la machine au moment considéré, il sera facile de voir sur la caractéristique (fig. 4) à quel changement de flux ΔF correspond le changement NI dans l'excitation.

On remarque de suite que ΔF varie suivant le point de la caractéristique pour une même variation NI de l'excitation, qu'il est beaucoup plus petit après le coude de la caractéristique qu'avant.

Au point de vue des étincelles, il est donc avantageux de travailler avec des circuits magnétiques saturés ; mais on peut se demander quel est le point du circuit qu'il faut saturer, les inducteurs ou l'induit ; un peu de réflexion montre que c'est l'induit qu'il faut saturer ; la saturation des inducteurs présente, en effet, des inconvénients ; à d'autres points de vue, elle facilite la réaction de l'induit ainsi que la baisse de voltage qui en résulte lorsqu'on augmente la charge de la machine, tandis qu'en saturant l'induit on évite bien des inconvénients.

On a aussi prétendu souvent que les induits à surface lisse se comportaient mieux au point de vue des étincelles que les induits à dents.

Ceci peut être juste si l'on travaille avec des induits non saturés ou peu saturés (voir

Digitized by Google

fig. 5). Or *a* représente une caractéristique d'induits à dents, et *b* la caractéristique d'un induit lisse. Cette dernière est bien moins inclinée pendant sa première partie avant le coude que la courbe *a*, parce que la résistance magnétique d'une machine à induit lisse est beaucoup plus grande que celle d'un induit à dents, et il est évident que, pour un changement NI de l'excitation, le changement ΔF dans le plan est bien plus considérable pour un induit à dents que pour l'induit lisse. Mais les choses changent absolument de face lorsqu'on dépasse le coude de la caractéristique ; en effet, une fois l'induit saturé, l'inclinaison des caractéristiques *a* et *b* devient la même dans les deux cas, et, par conséquent, la variation de flux ΔF provoque les étincelles et, comme on arrive à cet état bien plus

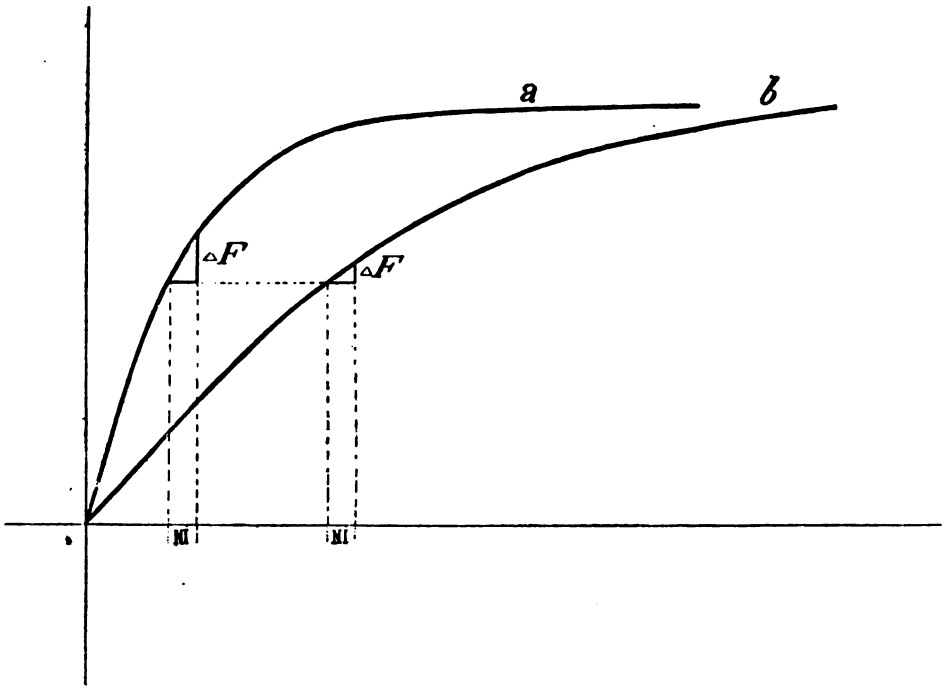


Fig. 5.

rapidement avec un induit à dents, c'est-à-dire avec une dépense bien plus faible d'excitation, il y a tout avantage à l'employer.

Au lieu de saturer le corps même de l'induit, il est d'ordinaire plus avantageux de saturer les dents mêmes. Une fois celles-ci saturées, l'induit se comporte, en effet, comme si son entrefer avait été augmenté de toute la hauteur des dents, c'est-à-dire s'il était devenu beaucoup plus grand que celui des induits de même puissance à surface lisse ; et, comme l'on peut y arriver avec une dépense d'excitation moindre, il y a avantage à employer des induits à dents saturées.

Les chiffres indiquant la propension aux étincelles seront donc :

Pour l'enroulement à anneau en quantité :

$$\alpha \frac{F}{2} \frac{I}{2} = \frac{1}{4} \alpha FI$$

Pour l'enroulement en série :

$$\alpha 2 \frac{F}{2} I = \alpha FI$$

soit quatre fois plus grand.

Digitized by Google

Pour l'enroulement en tambour en quantité :

$$\alpha F \frac{I}{2} = \frac{1}{2} \alpha FI$$

Pour l'enroulement en tambour en série :

$$\alpha. 2F. I = 2 \alpha FI.$$

On voit donc que, pour les grosses machines, c'est l'enroulement Gramme en quantité qui est le meilleur, à condition, bien entendu, que l'on puisse ne mettre qu'une spire par section.

Les combinaisons d'enroulements que l'on peut faire pour les machines à 6 et 8, etc., pôles sont encore plus nombreuses, mais il est facile de leur appliquer le même raisonnement.

(*à suivre.*) W.-C. RECHNIEWSKI.

NOUVEL APPAREIL DU LIEUTENANT FISKE

DE LA MARINE AMÉRICAINE

POUR DÉTERMINER LA POSITION D'UN POINT ÉLOIGNÉ

Les appareils électriques du lieutenant Fiske ont été décrits depuis plusieurs années dans la presse technique ; aujourd'hui nous donnerons, d'après l'*Electrical Engineer* une description de la dernière application qu'il a faite de sa méthode de transmission des indications à distance au moyen de l'électricité.

L'appareil dont il s'agit est destiné à indiquer sur une carte placée en un lieu éloigné du poste d'observation la position exacte d'un point relevé de ce poste, un navire ennemi par exemple ; la mesure de la distance se fait par celle de l'angle de dépression ; c'est dire que la méthode sera d'autant mieux applicable que le poste d'observation sera plus élevé.

L'instrument se compose, en principe, d'une lunette servant de viseur, placée au poste d'observation et qu'un observateur maintient constamment dirigée sur le but ; d'un appareil de transmission suivant la lunette dans ses déplacements ; enfin d'un récepteur placé à une distance quelconque du transmetteur et enregistrant tous les mouvements de la lunette de celui-ci.

Comme dans tous les transmetteurs imaginés par M. Fiske, la variation de résistance d'un fil homogène proportionnellement aux mouvements d'un frotteur mobile entraîné dans le mouvement de la lunette est enregistré à l'autre extrémité de la ligne par des galvanomètres sensibles.

La figure 1 représente un diagramme des communications électriques ; la figure 2 représente le transmetteur.

La lunette A placée au poste transmetteur peut se mouvoir dans un plan vertical en tournant autour d'une articulation voisine de l'objectif. Le châssis qui porte cette articulation peut lui-même tourner autour d'un pivot vertical G ; la lunette peut, par suite, avoir une inclinaison quelconque et être orientée dans n'importe quel azimut. La lunette repose dans la partie voisine de l'oculaire sur la tête d'une vis (*a*) munie d'un petit volant (*c*) destiné à la manœuvrer et portant un manchon d'ébonite (*d*) fileté lui-même au même pas que la vis (*a*) ; un fil de maillechort parfaitement calibré et homogène est enroulé dans le fond du filet du manchon d'ébonite ; un frotteur (*e*) fixe reste sans cesse en contact avec le fil qui monte en tournant, entraîné par le volant. Le fil fin de maillechort est mis en

Digitized by Google

circuit avec une source d'électricité parfaitement constante, telle qu'un accumulateur. Un galvanomètre sensible étant intercalé dans un circuit comprenant le frotteur *e* et la partie du fil fin comprise entre ce frotteur et l'une de ses extrémités, les indications de celui-ci seront proportionnelles aux quantités de fil intéressées à chaque instant, et, celles-ci étant elles-mêmes proportionnelles à la tangente de l'angle de dépression, on en pourra déduire la distance du but visé; il sera possible de faire ces graduations en mètres par exemple.

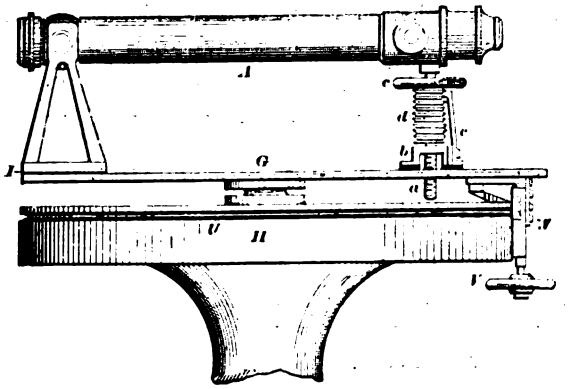


Fig. 1.

Au point de vue théorique, il est certain que cette méthode si simple est parfaite; mais en pratique nous nous refusons à croire à son exactitude; et, en effet, la graduation indiquée dépend de la force électromotrice de la batterie employée qui peut ne pas être parfaitement constante (qui ne l'est même certainement pas); elle dépend de la résistance infiniment variable du contact du frotteur avec le fil; en admettant même que cette résistance de contact soit infiniment petite par rapport à celle du reste du circuit, les variations de résistance du fil et de la ligne sous l'effet de la température produisent sûrement une cause d'inexactitude.

Il est probable que l'inventeur doit placer au poste transmetteur un galvanomètre identique à celui du récepteur et destiné à contrôler à chaque instant l'exactitude des

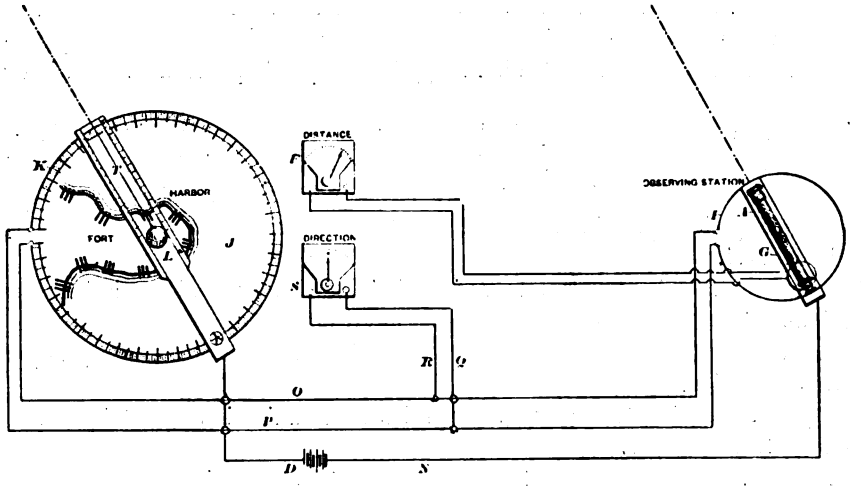


Fig. 2.

indications données. Il faut, en effet, remarquer que, la méthode reposant sur la différence de potentiel existant entre le frotteur et l'entrée du fil, on peut mettre autant d'appareils qu'on le désirera en dérivation, et, par suite, répéter l'indication en plusieurs endroits simultanément, à condition d'égaliser préalablement les résistances de toutes les lignes et d'avoir des récepteurs identiques.

Nous avons eu nous-même l'occasion d'installer et d'étudier le fonctionnement d'un

Digitized by Google

semblable système de transmission d'indications dans les tourelles d'un de nos cuirassés ; la source dont nous nous servions était un petit accumulateur, et les galvanomètres des instruments à cadre, genre d'Arsonval avec index d'aluminium. Le fil formant le circuit passait dans les chaufferies du navire, les galvanomètres étaient fixés contre la tourelle, et, malgré ces mauvaises conditions, nous devons avouer que nous n'avons relevé jamais d'erreur plus grande que 50 m, ce qui est inappréciable eu égard aux tensions de trajectoire de l'artillerie moderne. Les vibrations produites par les détonations n'ont eu pendant ces épreuves aucun effet sur l'ensemble du système. Nous n'avions, pour notre part, que peu de confiance, et craignions que des appareils aussi délicats que les galvanomètres employés fussent brisés au premier coup ; mais, grâce sans doute à l'excellente construction de ces appareils fabriqués par la maison Carpentier, et aussi à l'ingénieuse suspension imaginée par M. Fiske et formée de quatre douilles Pieper à ressorts fixées à un massif de bois, l'aiguille, après quelques vibrations au moment du départ du coup, revenait à sa première position.

Dans le cas dont nous parlons, il suffisait d'ajuster une fois pour toutes, au début de chaque séance, la résistance de chacun des circuits des galvanomètres au moyen d'un petit rhéostat à cylindre dont ils étaient munis, pour avoir des indications concordantes ; le seul échec de la méthode nous semble résider dans la non-similitude des divers galvanomètres à aimant permanent après un certain temps, surtout dans le voisinage de masses magnétiques aussi considérables que les tourelles et les canons d'un navire.

Mais, si nous croyons à la possibilité de transmettre une indication en faisant varier à la main un rhéostat, de manière à produire au départ de toutes les dérivations des galvanomètres une différence de potentiel telle qu'ils indiquent tous une graduation donnée (graduation lue sur l'appareil témoin placé au poste transmetteur), il ne nous semble pas possible de compter sur l'homogénéité d'un fil et la constance d'un accumulateur pour produire automatiquement cette différence de potentiel, toujours la même, pour une position du rhéostat tambour et, par suite, de la lunette.

L'article de l'*Electrical Engineer* fait d'ailleurs remarquer que l'on a soin de mouiller au large et à une distance connue d'une bouée, qui permet de rectifier les indications qui seraient erronées par le changement de niveau du but avec la marée. Nous croyons plutôt que cette bouée est destinée à servir de repère pour régler souvent le transmetteur.

Quoi qu'il en soit, en admettant que les mouvements de la lunette transmettent automatiquement au poste récepteur la distance à laquelle le but se trouve du poste d'observation, dont la figure 1 montre une élévation, il faut encore, pour déterminer sa position sur une carte, savoir dans quel azimut doit être portée la distance lue sur le galvanomètre.

Ici encore M. Fiske fait intervenir des variations de résistance de fils homogènes ; mais là, du moins, comme il s'agit d'un pont de Wheatstone avec réduction au zéro, les défauts de contact et la force électromotrice de la batterie sont sans influence.

Sur le diagramme de la figure 2, on voit en D la pile ou la batterie d'accumulateurs reliée, d'une part, au châssis de la lunette viseur et, d'autre part, à une règle graduée LT placée au poste récepteur. Au-dessus du châssis et de la règle graduée se trouvent deux frotteurs appuyant sans cesse sur un fil fin de maillechort incrusté dans la jante des plateaux circulaires autour du centre desquels ils peuvent tourner. Les deux fils de maillechort I et K font partie d'un circuit fermé KPIO, un galvanomètre sensible S étant mis en dérivation entre les deux circuits, en des points tels que, la lunette et la règle graduée étant parallèles, les deux côtés du pont aient des résistances proportionnelles et que, par suite, l'aiguille du galvanoscope reste au zéro.

Par suite, la lunette étant dirigée dans l'azimut du but, il suffira, pour connaître en LT la direction dans laquelle on doit porter la distance donnée par le galvanomètre P, de faire tourner la règle graduée jusqu'à ce que le galvanoscope n'indique plus aucun courant.

Digitized by Google

La seule cause d'erreur capable d'influencer l'appareil est la non-homogénéité des fils de maillechort, ou encore la variation fortuite de la résistance des circuits. Nous devons d'ailleurs dire que les quelques expériences auxquelles nous avons vu soumettre ce dernier appareil ont été moins concluantes que celles du transmetteur à distance.

En résumé, comme dans ses études précédentes, le lieutenant Fiske a basé cette nouvelle application sur la proportionnalité de la résistance d'un fil à sa longueur ; nous craignons, tout en rendant hommage aux résultats constatés, que l'exactitude de ces méthodes ne soit jamais considérable.

M. Leroy.

STATION ÉLECTRIQUE DE L'HOTEL MÉTROPOLE A MONTE-CARLO

L'Hôtel Métropole est la propriété de la Compagnie « Gordon ». Soucieuse du bien-être et du confort de ses clients, elle s'est empressée d'installer dans cet important immeuble l'éclairage électrique.

Il est intéressant de faire ressortir à grands traits les caractéristiques de l'installation, mais surtout de faire connaître l'économie de l'exploitation, car les renseignements sur les éclairages privés font généralement défaut, et les chiffres que nous sommes en mesure de fournir pourront éventuellement servir de guide aux établissements similaires.

Il y a un réel intérêt à multiplier les exemples d'installation semblables [1] ; ces descriptions constituent une source d'informations dont les intéressés directs tirent un sûr profit.

La station comporte 4 machines « Willans » compound, modèle EE, dont une de secours, combinées avec des dynamos Siemens (dynamos à vapeur), type A à enroulement compound, fournissant 130 ampères sous 110 volts, à la vitesse de régime de 430 révolutions par minute. La figure 1 est une vue de la chambre des machines. La vapeur est fournie par 2 générateurs Galloway (de Manchester) vaporisant chacun 2 000 kg d'eau par heure à la pression de 7 kg.

Les machines ne fournissant que 31 chevaux à la vitesse réduite de 430 tours (au lieu de 520), chacun des générateurs dépasserait d'environ 500 kg la quantité de vapeur nécessaire au fonctionnement des 4 machines simultanément, mais sa puissance a été calculée pour assurer en même temps le service d'eau chaude de l'hôtel. Le second générateur sert de réserve.

L'alimentation des chaudières est faite par 2 pompes Worthington, dont chacune suffirait aux deux chaudières. La tuyauterie d'aspiration est double, l'une prenant l'eau dans une bâche alimentée par les conduites de la ville, l'autre reliée au grand réservoir des eaux de décharge des ascenseurs, de telle sorte que, même en cas d'avarie à la canalisation municipale ou de manque d'eau de la ville pour une cause quelconque, le service de la station demeure toujours assuré. Cette précaution n'est pas sans intérêt, car il est arrivé plusieurs fois que l'éclairage de la compagnie Monégasque a été suspendu pour cette raison, alors que l'Hôtel Métropole n'en a nullement souffert.

L'eau d'alimentation est réchauffée dans la bâche par une bouteille d'échappement, et passe encore dans un réchauffeur Atkinson. La tuyauterie d'échappement permet d'utiliser à volonté ce réchauffeur.

Le charbon employé est du Cardiff à 50 francs la tonne. Les lubrifiants sont : de la valvoline pour les cylindres des machines, de l'huile de ricin pour la chambre des manivelles et de la vaseline pour les dynamos.

[1] L'*Électricien* du 1er avril 1893.

Digitized by Google

La tuyauterie de vapeur comprend deux conduites principales : l'une alimentant les machines nos 1, 2 et 3 ; l'autre, l'hôtel, les pompes et la quatrième machine. Chaque générateur est relié à ces deux conduites et peut être isolé par une vanne.

Le tableau de distribution a été fourni par MM. Lombard, Gérin et Cie, de Lyon. Il comprend cinq départs commandés chacun par un interrupteur bipolaire.

Le système en boucle est employé pour la distribution du courant dans l'Hôtel, le jardin, les villas et les annexes. Les lampes installées sont au nombre de 1 000 environ, et la proportion de lampes allumées est de 75 0/0 environ.

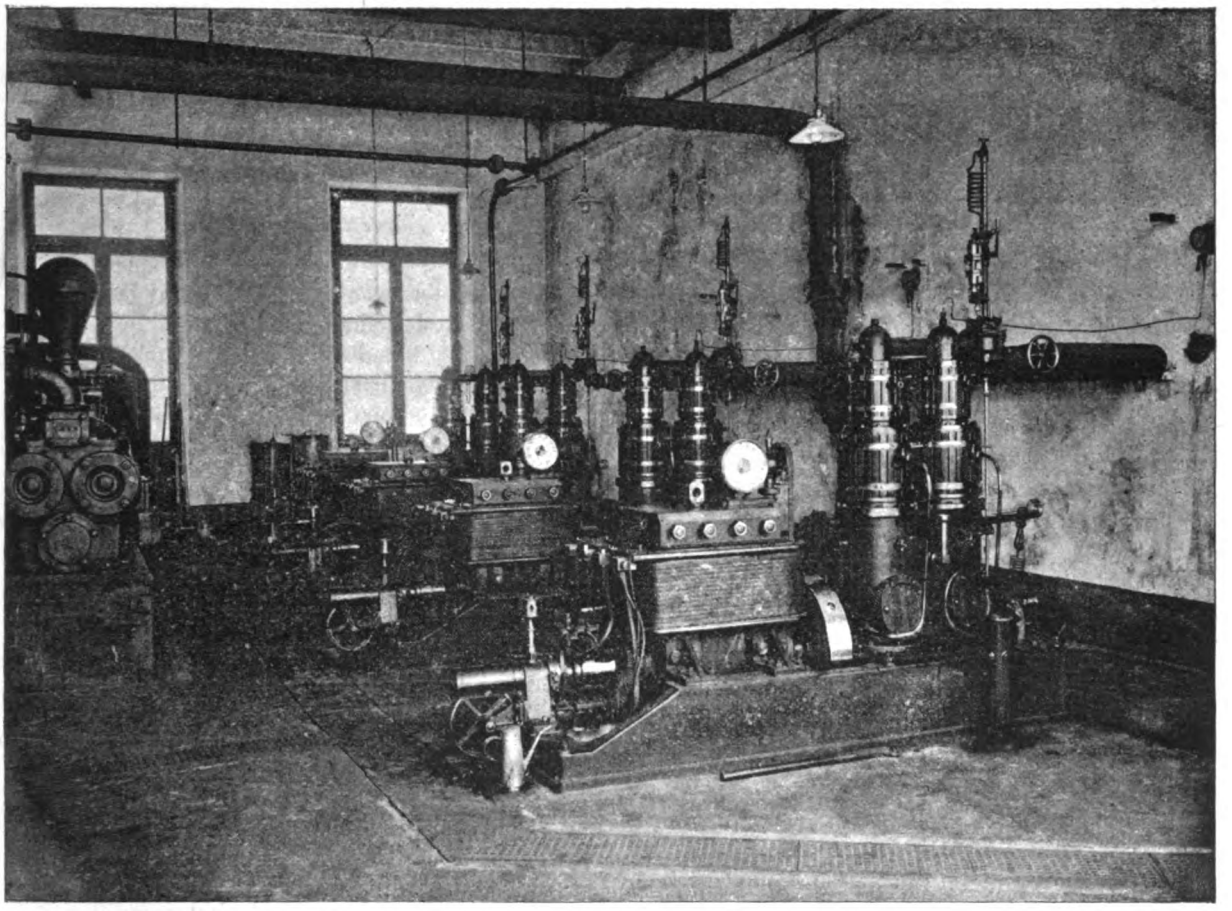


Fig. 1. — Vue de la chambre des machines de la station de l'Hôtel Métropole.

L'Hôtel Métropole ouvre ses portes le 1er novembre et les ferme le 30 avril. La saison n'est cependant que de cinq mois, car les quinze premiers jours sont employés à la mise en état du matériel, et les quinze derniers au démontage, au nettoyage, au graissage et à l'emballage soigneux de toutes les petites pièces, de telle sorte qu'elles soient retrouvées intactes à la saison suivante. Il n'y a pas eu à ce jour de grosses réparations, et l'entretien du matériel est fait sur place par le personnel mécanicien qui y suffit largement. Il n'y a de ce chef aucun chapitre spécial aux dépenses ; les réparations et l'entretien sont compris dans les salaires. Le matériel est en parfait état après plusieurs années de service.

Digitized by Google

L'horaire quotidien d'éclairage est de 7 heures environ, de 5 heures 15′ à minuit 15′, et l'horaire total de 1 054 heures.

Pendant ces 7 heures, 3 des machines tournent pendant 4 heures, et deux seulement pendant 3 heures, partie au début et partie à la fin de la charge.

La courbe ci-dessous (fig. 2), qui a été soigneusement contrôlée, accuse une ordonnée moyenne de 251 ampères.

Soit, sous 110 volts, 27 610 watts, et pour 1 054 heures 29 100 kilowatts.

Les dépenses se répartissent ainsi, par semaine :

Salaires	128,50 fr.	
Huile[1] et graissage	54,80	
Eau, 25 m³ à 0,30	8,30	
Charbon, 3 451 kg[2] à 50 fr la tonne	172,55	
Lampes renouvelées, 14 à 2,50 fr	35 » ci	399,15 fr
Soit pour 27 semaines (six mois)		10 777,05
Ce qui donne par kilowatt	$\frac{10\,777}{29\,100}$ = ci	0,37 fr

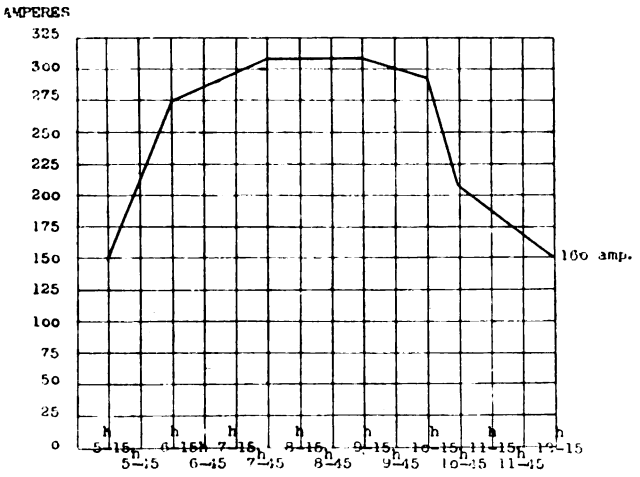


Fig. 2.

Mais ce prix doit être nécessairement majoré du taux proportionné de l'intérêt et de l'amortissement.

Les dépenses de premier établissement (canalisation non comprise) ont été de 120 000 fr en chiffres ronds. L'intérêt est calculé à 5 0/0, et l'amortissement à 5 0/0 également. Ce dernier chiffre est plutôt élevé, étant donnés la faible durée annuelle du service et les soins apportés à l'entretien.

Nous avons donc maintenant :

Intérêt et amortissement sur 120 000 fr, ci	12 000 fr
Frais d'exploitation ...	10 777
	22 777 fr

ce qui donne pour prix coûtant du kilowatt $\frac{22\,777}{29\,100}$, soit 0,78 fr.

Étant données les conditions évidemment défavorables d'exploitation à cause du lourd facteur d'intérêt portant sur l'année entière, alors que l'éclairage ne dure que cinq mois, du prix élevé du charbon et de l'eau, on peut à juste raison considérer ce résultat comme très remarquable. En prenant comme point de comparaison les prix des secteurs publics, l'économie réalisée serait de 20 à 30 0/0.

Le système générateur de courant employé joue un rôle important dans ce résultat, et le haut rendement obtenu par l'accouplement direct d'excellentes dynamos avec des machines « Willans » joue un rôle considérable dans l'économie de l'exploitation. La démonstration semble, d'ailleurs, en avoir été faite dans de nombreuses installations ultérieures, où nous retrouvons le moteur « Willans » conjugué avec des machines

[1] 1/2 litre valvoline par machine pour 7 heures de marche, soit environ 3 gouttes par minute et 1/8 de litre huile de ricin dans le bâti.

[2] Soit une moyenne de 15 kg par cheval-heure, purges et pertes comprises et en tenant compte que les machines ne travaillent guère qu'à demi-charge et marchent à échappement libre.

Digitized by Google

électriques françaises, capables à tous égards de lutter avantageusement avec la concurrence étrangère. Avec une bonne génératrice d'une certaine puissance, une dynamo à vapeur « Willans » peut donner aux bornes 85 0/0 de la puissance indiquée dans les cylindres à vapeur. Le fait a été maintes fois constaté dans des stations anglaises et nous ne doutons pas que pareil résultat puisse être atteint en France.

E. D.

CONTRIBUTION THÉORIQUE A L'ÉTUDE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES TOURNANTS

(*suite*[1])

Champ tournant créé par un inducteur fixe. — L'emploi des courants polyphasés permet de créer un champ magnétique tournant au moyen d'un inducteur fixe.

Considérons (fig. 5) deux spires rectangulaires AA′ et BB′, dont les plans sont perpendiculaires entre eux et qui admettent comme axe de symétrie commun la droite SOS′. Supposons qu'elles soient respectivement parcourues par les courants alternatifs

$$I_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$$

$$I_0 \left(\sin \frac{2\pi t}{T} + \frac{\pi}{2}\right) = I_0 \cos \frac{2\pi t}{T},$$

L'intensité du champ magnétique créé au point O par l'une ou par l'autre de ces spires est dirigée normalement au plan de cette spire, et est constamment proportionnelle à l'intensité du courant qui la parcourt ; on obtiendrait la même force magnétique en O en substituant à la spire deux pôles magnétiques, puis sur la normale en O, de part et d'autre de ce point, à la distance arbitrairement choisie R, et dont les masses magnétiques, égales et de signes contraires, seraient proportionnelles à l'intensité du courant. Le système des deux spires crée, par conséquent, en O le même champ magnétique qu'un système de quatre pôles magnétiques

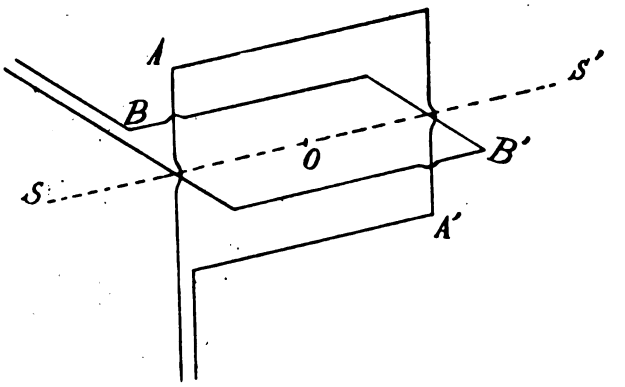


Fig. 5.

$$\pm \alpha = \pm m \sin \frac{2\pi t}{T}$$

$$\pm \beta = \pm m \cos \frac{2\pi t}{T}$$

occupant les sommets d'un carré inscrit dans la circonférence de rayon R ; c'est un champ magnétique d'intensité constante tournant avec la vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$.

D'une manière générale, on peut obtenir un champ magnétique tournant en disposant

[1] Voir n° 134, page 49.

Digitized by Google

autour de la droite SOS′ un système de n spires rectangulaires, divisant l'espace en dièdres égaux et respectivement parcourues par n courants polyphasés

$$\begin{aligned}
&I_0 \sin \frac{2\pi t}{T}\\
&I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi}{n}\right)\\
&I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{4\pi}{n}\right)\\
&\cdots\cdots\cdots\\
&I_0 \sin \left[\frac{2\pi t}{T} + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right].
\end{aligned}$$

Le champ magnétique créé en O par ce système de courants pourrait, en effet, être reproduit en substituant à chacune des spires un pôle magnétique situé à l'extrémité d'une normale de longueur R, élevée sur son plan par le point O et ayant une masse magnétique proportionnelle à l'intensité du courant ; on obtiendrait ainsi un système de n pôles magnétiques, occupant les sommets d'un polygone régulier de rayon R et créant en O un champ magnétique d'intensité constante tournant avec la vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$. On pourrait notamment obtenir un champ magnétique tournant au moyen de trois spires avec courants triphasés.

Il est à remarquer que cette méthode générale exige que n soit supérieur à 2 ; elle n'est pas applicable au système de deux spires que nous avons considéré au début. Voici une autre méthode qui s'applique à toute valeur de n autre que l'unité.

Prenons encore n spires rectangulaires divisant l'espace en dièdres égaux autour de S′OS′ et faisons-les respectivement parcourir par les courants

$$\begin{aligned}
&I_0 \sin \frac{2\pi t}{T}\\
&I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{\pi}{n}\right)\\
&I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi}{n}\right)\\
&\cdots\cdots\cdots\\
&I_0 \sin \left[\frac{2\pi t}{T} + \frac{(n-1)\pi}{n}\right]
\end{aligned}$$

dont le décalage est seulement de $\frac{T}{2n}$, au lieu d'être de $\frac{T}{n}$, comme pour des courants polyphasés proprement dits. Considérons, comme dans le cas précédent, une circonférence de rayon R, ayant son centre en O et décrite dans un plan normal à S′OS. Nous pouvons, pour reproduire le champ magnétique créé en O par le système de courant considéré, remplacer chaque spire par deux pôles magnétiques, égaux et de signes contraires, occupant les extrémités du diamètre perpendiculaire au plan de cette spire et dont les masses magnétiques sont respectivement proportionnelles à + ou — l'intensité du courant passant dans la spire. Nous obtenons ainsi $n' = 2n$ pôles, occupant les sommets d'un polygone régulier et dont les masses magnétiques successives sont, à un facteur constant près, et en posant

$$\frac{2\pi t}{T} = u$$

pour simplifier les écritures,

Digitized by Google

$$\sin u = \sin u$$
$$\sin\left(u+\frac{\pi}{n}\right) = \sin\left(u+\frac{2\pi}{n'}\right)$$
$$\sin\left(u+\frac{2\pi}{n}\right) = \sin\left(u+\frac{4\pi}{n'}\right)$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\sin\left[u+\frac{(n-1)\pi}{n}\right] = \sin\left[u+\frac{(n'-2)\pi}{n'}\right]$$
$$-\sin u = \sin\left(u+\frac{n'\pi}{n'}\right)$$
$$-\sin\left(u+\frac{\pi}{n}\right) = \sin\left[u+\frac{(n'+2)\pi}{n'}\right]$$
$$-\sin\left(u+\frac{2\pi}{n}\right) = \sin\left[u+\frac{(n'+4)\pi}{n'}\right]$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$-\sin\left[u+\frac{(n-1)\pi}{n}\right] = \sin\left[u+\frac{2(n'-1)\pi}{n'}\right].$$

Ce système de n' pôles magnétiques remplit, d'après ce que nous avons vu précédemment, les conditions nécessaires et suffisantes pour créer en O un champ magnétique d'intensité constante, tournant avec la vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$.

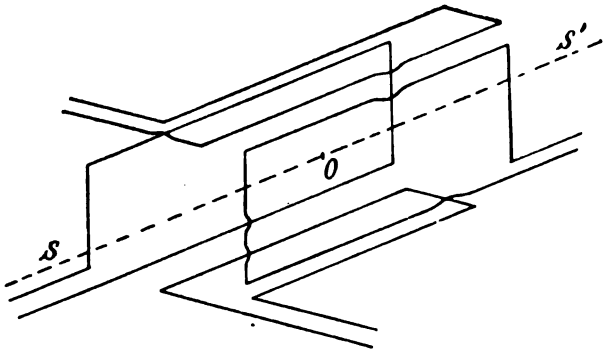


Fig. 6.

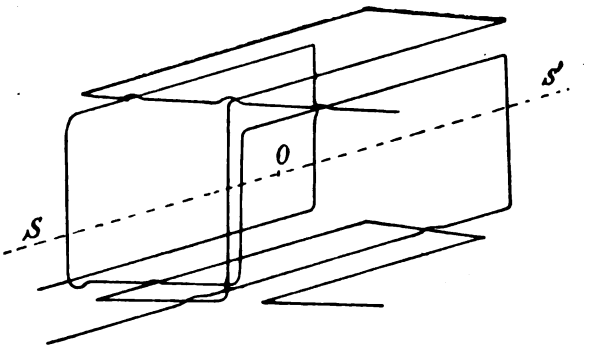


Fig. 7.

La première méthode, qui consiste à faire parcourir les n spires par les n courants polyphasés proprement dits, c'est-à-dire décalés d'un $n^{ième}$ de la période, constitue une disposition absolument *symétrique ;* les intensités successives des n courants forment une série circulaire, puisqu'en passant du $n^{ième}$ courant au premier on retrouve le même décalage $\frac{T}{n}$ qu'en passant du premier courant au second. La seconde méthode, dans laquelle le décalage est moitié plus faible (c'est-à-dire d'un $n^{ième}$ de la demi-période), constitue, au contraire, une disposition *non symétrique* puisqu'en passant du dernier courant au premier on trouve le décalage $\frac{(n-1)}{2n}$ T, au lieu de $\frac{T}{2n}$; il y a exception (c'est-à-dire que la symétrie résultant d'une série circulaire se produit) dans le cas seulement où $n = 2$.

Considérons maintenant une autre disposition géométrique d'un système de n spires rectangulaires égales entre elles. Au lieu de faire passer les plans de ces spires par la droite SOS', rendons-les tangents à un cylindre de révolution autour de cette

Digitized by Google

droite, de manière que ces plans correspondent aux faces d'un prisme cylindrique régulier ; cela est possible, quel que soit le nombre n, pourvu que ce nombre soit supérieur à 2. La figure 6 représente cette disposition pour un système de quatre spires. Attribuons par la pensée à nos n circuits des numéros d'ordre correspondant à leur succession géométrique, et faisons-les respectivement parcourir par des courants polyphasés proprement dits, c'est-à-dire avec décalage du $n^{ième}$ de la période,

$$I_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$$

$$I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi}{n}\right)$$

$$I_0 \sin \left(\frac{2\pi t}{T} + \frac{4\pi}{n}\right)$$

. . . . . .

$$I_0 \sin \left[\frac{2\pi t}{T} + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right].$$

Il est clair que l'intensité du champ magnétique créé au point O par un quelconque de ces courants pourrait s'obtenir en plaçant au centre de cette spire un pôle magnétique dont la masse serait proportionnelle à l'intensité de ce courant.

Les n pôles magnétiques ainsi substitués aux spires occupent les sommets d'un polygone régulier dont le centre est en O et dont le plan est normal à SOS′; les masses magnétiques de ces n pôles sont polyphasées avec le décalage normal du $n^{ième}$ de la période; on obtient donc en O un champ magnétique tournant avec la vitesse angulaire $\frac{2\pi}{T}$.

Lorsque le nombre n est impair, il faut nécessairement capter sur la source génératrice autant de courants distincts qu'il y a de spires. Mais, lorsque l'on a $n = 2n'$, il suffit de capter seulement les n' premiers courants, en les faisant entrer par les n' premières spires et sortir par les spires opposées; on remarque, en effet, que les formules des n courants successifs donnent, lorsque n est pair, deux intensités égales et de signes contraires pour deux spires opposées; on peut donc réunir ces deux spires en tension, comme la figure 7 l'indique, par exemple, dans l'hypothèse où $n = 4$.

(*à suivre.*) Félix Lucas.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, le 18 juillet 1893.

Jusqu'ici les applications faites de l'électricité à l'industrie minière dans ce pays se restreignaient à l'éclairage, à l'épuisement et, dans une certaine mesure, à l'abatage et à l'extraction du charbon.

Le 12 courant, l'exposition minière tenue à Gelsenkirchen fut visitée par les membres de la Société des Ingénieurs du district Rhénan et de la Westphalie, au nombre de plus de deux cents, devant lesquels M. Braun, de Cologne, fit une communication sur l'emploi des électromoteurs dans les mines. On trouve habituellement, suggère-t-il, sur le carreau de la mine, de la vapeur à bon marché ou une puissance hydraulique électrique qui pourrait être avantageusement appliquée à une installation électrique. Le fonçage des puits est une des opérations le plus facilement exécutable, en mettant à profit une installation de vapeur existante, échappant ainsi à la nécessité d'en créer une exprès. Dans le cas de traînage souterrain, si les conditions de halage par chaîne étaient défavorables à l'électricité, on pourrait recourir à l'adoption de locomotives électriques mues par le courant provenant d'une source

Digitized by Google

placée à distance ou par celui des accumulateurs qu'elles porteraient. Des exemples de ces applications étaient montrés dans l'enceinte de l'exposition.

L'électricité montre une réelle supériorité à actionner les ventilateurs de grand et de petit modèle. Un moteur de 100 chevaux associé à un ventilateur occupe à peine le tiers de l'espace que réclame une installation à vapeur.

L'électricité, en somme, est extrêmement avantageuse pour actionner des ventilateurs à la surface. Une installation de ce genre a été récemment exécutée au puits Bonifacius dans le voisinage de Gelsenkirchen. L'auteur de la communication estime que l'industrie des mines offre à l'électricité un champ d'applications plus vaste que toute autre industrie.

***

Le rapport du Comité mixte de la Chambre des communes et de la Chambre des lords, publié le 17 courant, est complètement favorable à la traction électrique. Toute autre conclusion était pratiquement impossible. Nous résumerons les principaux faits de ce document.

Le Comité a convenu que, dans toutes les lois et les concessions provisoires autorisant l'application de l'électricité à la traction, il devait être réservé une clause forçant les tramways ou les « entrepreneurs » à employer des retours isolés ou des retours métalliques non isolés de faible résistance. Les entrepreneurs sont tenus de prendre toutes les précautions nécessaires dans la construction, la pose et l'entretien de leurs lignes et de leurs réseaux, en un mot d'établir leur exploitation de telle façon qu'elle ne cause aucun préjudice — par fusion ou action électrolytique — aux conduites d'eau, de gaz ou toute autre tuyauterie et construction métallique. Ceci signifie évidemment que les tramways électriques peuvent faire usage de rails non isolés comme conducteurs de retour et qu'ils doivent recourir à l'emploi d'un fil auxiliaire relié aux rails.

Le Comité stipule aussi que les entrepreneurs de traction devront réduire à un minimum, autant que cela sera raisonnablement pratique, toute interférence nuisible aux fils et appareils appartenant à des installations voisines, que celles-ci fassent ou non usage du sol comme retour. De même, il est stipulé que les entrepreneurs s'entoureront de toutes les mesures de précautions raisonnables pour ne pas gêner les industries de transmission de force, les télégraphes, les téléphones ou tout autre réseau de communications et d'envoi de signaux électriques.

Le Comité considère que : 1° dans l'état actuel de la science électrique, il n'est pas dans l'intérêt du public d'insister sur l'emploi du retour isolé, et que l'obligation d'avoir recours à ce dernier dispositif retarderait l'essor de la traction électrique ; 2° que le meilleur moyen connu d'empêcher la gêne, due aux dérivations et aux phénomènes d'induction, que ressentent les téléphones, consiste à pourvoir ceux-ci d'un retour isolé ; que la tendance s'accuse déjà dans ce sens en ce qui concerne la construction des lignes téléphoniques, et que les meilleurs résultats sont assurés au public par l'emploi de circuits isolés composés de deux fils tressés ensemble et entièrement indépendants du sol ; 3° que le danger des dérivations et phénomènes d'induction affectant les signaux de chemins de fer peut être conjuré, avec une dépense relativement faible, par l'adoption par les compagnies de chemins de fer d'un retour métallique isolé ; 4° bien qu'il soit permis aux compagnies de tramways électriques et de chemins de fer d'employer les roues des véhicules et les rails pour compléter le circuit électrique, les courants doivent être produits et utilisés de façon à atténuer autant qu'il est pratiquement possible toute action nuisible aux correspondances téléphoniques ; 5° qu'il était désirable de faciliter l'usage des circuits métalliques complètement isolés pour les téléphones, et que, dans ce but, des pouvoirs devraient être accordés aux entreprises téléphoniques leur donnant les moyens d'établir leurs fils dans le sol ; 6° que le danger résultant d'échauffement jusqu'à la fusion ou d'une action électrolytique paraît provenir d'un système défectueux de construction de tramways électriques, et que de tels dangers peuvent être réduits au point de les rendre pratiquement négligeables, par des méthodes perfectionnées de construction.

Pour ces raisons, le Comité fait appel au Board of Trade pour l'édiction de règles assurant le meilleur système d'exploitation des tramways et chemins de fer électriques. Ces règlements auraient à prévoir : (*a*) que, si un conducteur de retour est en contact avec le sol, il devrait présenter une section et une résistance telles qu'il ne puisse exister une différence de potentiel suffisante pour donner lieu à des dérivations du courant dans la terre ; (*b*) que les entrepreneurs seraient tenus de soumettre leurs lignes à tels essais électriques que le Board of Trade jugerait nécessaires ; (*c*) le Comité regarde avec appréhension une grande extension du système des fils aériens dans les centres populeux. Le Comité conclut finalement qu'il lui semble juste que les tramways se proposant de faire usage de courants puissants soient tenus

Digitized by Google

d'en fournir pleine connaissance à ceux qui n'emploient que des courants faibles pour permettre à ces derniers de se protéger au moyen de la méthode d'isolement, et qu'une période de deux ans soit accordée aux compagnies téléphoniques et télégraphiques à partir de la date de concession pour faire usage de la traction électrique.

Les recommandations ci-dessus, qui, sans nul doute, seront adoptées, sont si claires et si concises qu'elles excluent tout commentaire. Résumées en peu de mots, elles signifient que les tramways électriques doivent établir un rail ou conducteur non isolé pour contribuer au retour du courant, que les compagnies de téléphones et de chemins de fer ont à introduire des retours métalliques pour leurs fils, et que les tramways sont tenus de prendre toutes les précautions rationnelles pour prévenir toute interférence avec ces fils, avec les conduites d'eau et de gaz par dérivation ou induction. La seule objection à soulever contre le rapport consiste dans la notification des deux années aux compagnies des téléphones et des télégraphes : une année aurait parfaitement suffi. Néanmoins, la totalité du rapport est favorable à la traction électrique et, avec l'adoption de ces prescriptions, s'ouvrira bientôt une ère de remarquable développement de l'électricité appliquée aux tramways dans le Royaume-Uni.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 juillet 1893

M. E.-H. Amagat communique une note ayant pour titre : *sur la relation qui existe entre les coefficients des formules de Coulomb (magnétisme), de Laplace et d'Ampère* [1].

***

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un correspondant pour la section de Physique. M. Bichat, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

***

M. H. Becquerel présente une note de M. Henri Bayard *sur le transport électrique de la chaleur dans les électrolytes* [2].

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 juillet 1893

M. le PRÉSIDENT donne lecture de la lettre suivante adressée par M. Raffard :

« MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

« A propos de la Communication de M. de Coincy sur les globes diffuseurs transparents de M. Frédureau et de la remarque de M. A. Blondel que, dès 1883, M. Pelham Trotter avait proposé l'emploi d'enveloppes de verre à cannelures orthogonales sur les deux faces, permettez-moi de rappeler que, déjà en 1878-1879, l'atelier Breguet avait construit une trentaine de grandes lampes diffusantes pour les travaux du port du Havre et ceux du canal de la Scarpe.

« Ces lanternes, dont il reste encore une en magasin, étaient à base carrée ; elles avaient 0,40 m de côté sur 0,85 m de hauteur ; on les éclairait avec des régulateurs Serrin, alors la seule lampe à arc dont le fonctionnement ne laissait rien à désirer.

« D'abord ces lanternes furent garnies de vitres ordinaires que l'on enduisait légèrement de peinture blanche afin que le foyer n'éblouît pas les ouvriers et que les ombres ne fussent pas trop dures. Mais, comme cela faisait perdre une grande partie de la lumière, j'eus l'idée de remplacer chacune des vitres planes par deux vitres ondulées du commerce superposées et placées de manière que les cannelures de l'une fussent perpendiculaires à celles de l'autre. La lanterne devint alors presque également lumineuse sur toute sa surface, les ouvriers purent en supporter l'éclat, les ombres étant adoucies par une pénombre suffisante. Il est vrai que le sol et les objets éclairés présentaient des marbrures, par suite des petites différences dans la répartition de la lumière, mais cet inconvénient n'avait aucune importance vu le travail grossier que l'on faisait.

« Veuillez agréer, monsieur le Président, etc.

« N.-J. RAFFARD. »

[1] *Comptes Rendus*, tome CXVII, n° 2, page 86.
[2] *Comptes Rendus*, tome CXVII, n° 2, page 97.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 136 5 Aout 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

CONTROLEUR ÉLECTRIQUE DE RONDES
SYSTÈME DE POULPIQUET

Les précautions prises contre l'incendie dans les usines et dans les grands établissements sont aussi nombreuses que variées ; mais aucune n'a été reconnue plus efficace que l'exécution de rondes très fréquentes effectuées, pendant la nuit, par des agents ou veilleurs spéciaux qui doivent visiter, à intervalles réguliers et suffisamment rapprochés, toutes les parties, sans exception, de l'établissement qu'ils ont mission de surveiller.

Toutefois, pour que ce système de rondes soit efficace, il est de toute nécessité qu'il soit soumis à un contrôle très rigoureux, c'est-à-dire que les veilleurs soient mis dans l'obligation absolue de faire leur service avec la plus grande régularité, sans oubli ni négligence. C'est dans ce but qu'ont été imaginés de nombreux systèmes de contrôleurs de rondes qui, tout en n'étant pas à l'abri de certaines critiques, rendent néanmoins de grands services.

Les divers systèmes de contrôleurs de rondes sont de deux sortes :

1° Les systèmes à enregistrement direct ;

2° Les systèmes à enregistrement à distance.

Dans le système à enregistrement direct, l'appareil enregistreur est généralement un chronomètre que le veilleur doit présenter à chacun des postes de contrôle pour y recevoir un poinçonnage. Ce système fonctionne très bien, mais il présente l'inconvénient de laisser l'organe essentiel du contrôle, c'est-à-dire l'enregistreur, dans les mains de la personne à contrôler.

Le système d'enregistrement à distance permet, au contraire, d'exercer automatiquement une surveillance occulte qui constitue un contrôle des plus sérieux, puisqu'aucun des appareils enregistreurs ne se trouve à la disposition des veilleurs et peut être même installé hors de leur portée dans une partie de l'établissement où ils n'ont pas à pénétrer.

Le nouveau contrôleur de rondes que vient d'imaginer M. de Poulpiquet appartient à la catégorie des systèmes à enregistrement à distance, et se recommande par une grande simplicité jointe à une sécurité absolue du contrôle.

L'appareil de M. de Poulpiquet se compose de trois parties :

1° Les postes ;

2° L'enregistreur ;

3° Le conducteur et la pile.

Postes. — Les postes sont aussi nombreux que l'exige la disposition des locaux à surveiller ; leur nombre peut être quelconque et aussi grand qu'on peut le désirer. Ils sont tous montés en série, autrement dit embrochés sur un conducteur unique qui part de la pile et y retourne en passant successivement par chacun des postes et par l'enregistreur.

Comme on peut le voir sur la figure 1, chaque poste est constitué par une boîte en bois ou en métal toujours fermée et qui se fixe contre le mur ; cette boîte renferme un mécanisme excessivement simple qui, en temps ordinaire et avant le passage du veilleur, interrompt le circuit. Le rôle du veilleur consiste à rétablir la continuité du circuit au moment de son passage, faute de quoi le pointage du contrôle ne pourrait s'effectuer à

Digitized by Google

l'appareil enregistreur. A cet effet, il est muni d'une clé qu'il place sur un canon, seule partie de l'appareil qui soit visible au dehors de la boîte, et il tourne jusqu'à refus dans le sens des aiguilles d'une montre; cela fait, il retire sa clé et passe à un autre poste.

Examinons maintenant le mécanisme placé à l'intérieur pour nous rendre compte de son fonctionnement. Ce mécanisme comporte deux organes : un organe électrique et un organe mécanique.

L'organe électrique est un électro-aimant E (fig. 2) dont l'armature A est montée sur

Fig. 1.

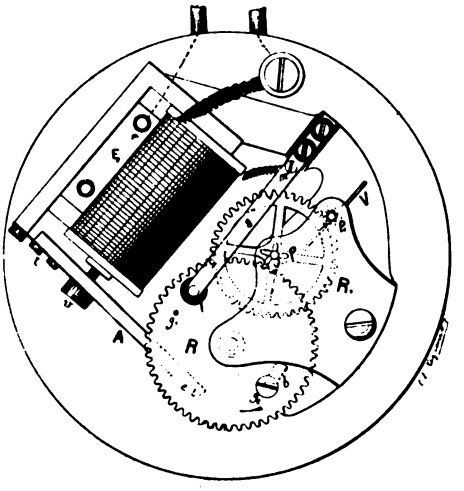


Fig. 2.

un ressort r; cette armature porte à son extrémité libre une encoche e. Cet électro-aimant est embroché dans le circuit de telle manière qu'une des extrémités du conducteur aboutisse au massif m de l'appareil, tandis que l'autre est reliée au fil d'entrée de la bobine, le fil de sortie communiquant en m' avec le ressort isolé a formant interrupteur.

L'organe mécanique consiste en un mouvement d'horlogerie des plus simples qui se compose d'une roue dentée R engrenant avec un pignon p monté sur l'axe de la roue R_1 ; cette roue R_1 actionne le pignon p^1 sur l'arbre duquel est monté le volant V servant de régulateur. Un ressort à boudin r (fig. 3), dont une des extrémités est prise dans la platine P, est enroulé sur l'axe de la roue R, et constitue le moteur de ce mouvement d'horlogerie.

Deux goupilles g^1 et g^2 (fig. 2 et 3) sont fixées sur la roue R ; sous l'action du ressort r, la roue R tend à tourner en sens inverse des flèches marquées sur le dessin, et la goupille g^2 venant buter contre la pièce fixe b limite le mouvement de rotation de la roue R. Dans ces conditions, le ressort a appuie sur une pièce d'ébonite i, incrustée dans la roue, et interrompt le circuit en ce point, puisque l'un des côtés du conducteur de la ligne y aboutit par l'intermédiaire de la bobine de l'électro E, tandis que l'autre est relié au massif et, par conséquent, à la roue R. L'appareil se trouve alors dans sa position normale.

Lorsque le veilleur, effectuant sa ronde, introduit la clé dans le canon, il tourne dans le sens indiqué par les flèches, c'est-à-dire de gauche à droite. Cette manœuvre a pour effet de faire tourner la roue R, et la pièce d'ébonite i, glissant sous le ressort a, n'est plus en contact avec lui ; par suite, le circuit n'est plus interrompu. En même temps, le ressort r se tend, la goupille g^2 abandonne la butée b, et la goupille g^1, accomplissant une révolution presque complète, vient s'engager dans l'encoche e pratiquée sur l'armature A de l'électro E. L'appareil est alors enclenché, et le circuit rétabli par son intermédiaire. Le

Digitized by Google

veilleur n'a plus qu'à retirer sa clé et à passer à un autre poste; son rôle consiste, comme on le voit, à rétablir le circuit à l'intérieur de chacun des postes qu'il visite.

Comme il est nécessaire que le veilleur, une fois sa ronde terminée, puisse actionner à distance l'enregistreur et, en même temps, vérifier qu'aucun poste n'a été oublié et que l'enregistrement a eu lieu, le poste terminus a été disposé spécialement pour cet usage.

Ce poste terminus comporte un électro-aimant E (fig. 4) identique à celui des autres appareils. Un axe, terminé par un canon *c*, est supporté par une équerre D ; sur cet axe sont fixés un voyant V, mi-partie blanc et mi-partie noir, et une potence BB' dont le bras le plus lourd, B, est muni d'une goupille *g* qui peut s'engager dans l'encoche *e* pratiquée dans l'armature A de l'électro E. Une fenêtre, percée dans le couvercle de l'appareil, laisse voir la partie noire du voyant lorsque la goupille *g* est engagée dans l'encoche *e*; lorsque l'armature A est attirée par suite du passage du courant dans l'électro, la goupille *g* est dégagée, et le bras B, plus lourd que le bras B', bascule, entraînant avec lui le voyant dont la partie blanche apparaît alors derrière la fenêtre.

Arrivé au poste terminus, le veilleur place sa clé sur le canon *c*, la tourne de gauche

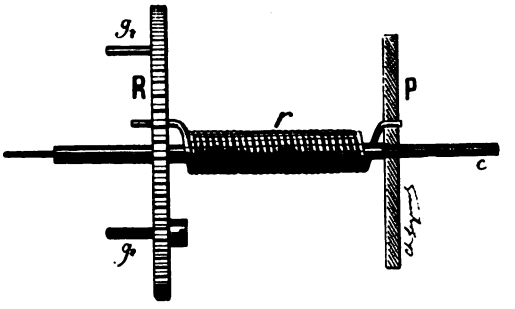


Fig. 3.

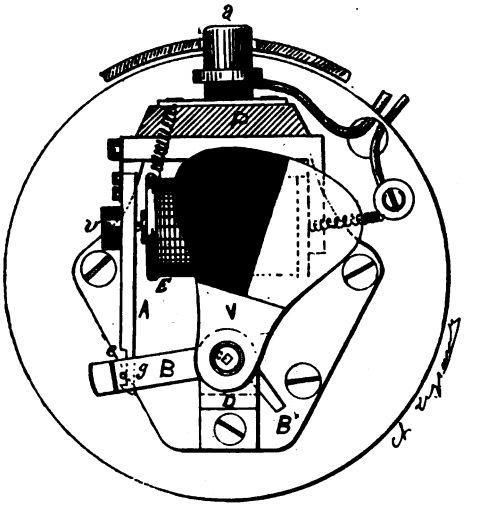


Fig. 4.

à droite et enclenche ainsi la goupille *g* dans l'encoche *e* ; en même temps la partie noire du voyant apparaît. Cette première opération terminée, il appuie sur le bouton de contact *a* disposé à la partie supérieure de la boîte ; comme on peut le voir sur le dessin (fig. 4), un des bouts du conducteur est relié à la paillette supérieure du bouton, tandis que l'autre est en communication avec la paillette inférieure par l'intermédiaire de la bobine de l'électro-aimant.

On conçoit facilement que, si tous les postes du réseau ont été visités, le circuit aura été fermé dans chacun d'eux par le veilleur et que, lorsqu'il appuiera sur le bouton *a*, cette manœuvre aura pour effet de le fermer également au poste terminus. Dans ces conditions, tous les électros seront parcourus par le courant, et leur armature respective sera attirée. L'attraction de l'armature aura pour effet, au poste terminus, de dégager la goupille *g* et, par suite, de faire apparaître la partie blanche du voyant, ce qui indique au veilleur que sa ronde a été bien effectuée, et que l'enregistreur a fonctionné, comme nous le verrons plus loin. Dans tous les autres postes, l'attraction de l'armature détermine le déclenchement du système par suite du dégagement de la goupille g^1 (fig. 2) ; sous l'action du ressort *r* la roue R tourne alors jusqu'à ce que la goupille g^2 vienne appuyer contre

Digitized by Google

la butée *b*, et le ressort *a* vient appuyer de nouveau sur la partie isolante *i*. Tous les postes sont revenus au repos et sont prêts pour une nouvelle ronde.

Au cas où un ou plusieurs postes auraient été oubliés par le veilleur, il est facile de comprendre que, le circuit n'étant pas fermé en ces points, le contrôle n'aurait pas lieu; le veilleur est alors averti de sa faute puisque la partie blanche du voyant n'apparaît pas; il doit donc reprendre sa tournée tout entière ou tout au moins la compléter par la visite des postes qu'il a omis, s'il ne veut pas laisser durer les traces de sa négligence.

Enregistreur. — L'enregistreur, que montre la figure 5, est composé d'une horloge entraînant un cadran à divisions horaires sur lequel se fait le pointage. L'appareil est renfermé dans une boîte vitrée que l'on peut placer en dehors du local où se trouve le veilleur, et qui se trouve, par suite, complètement en dehors de son action.

La figure 6 montre les détails du mécanisme, qui comprend un mouvement d'horlogerie **M** marchant douze heures et se remontant à l'aide d'une clé que l'on place sur le canon *d*.

Un cadran horaire C, en papier, est supporté par un disque en laiton D monté sur l'axe d'une roue *r* qui engrène avec le pignon *p*; une vis moletée *a* sert à fixer le cadran

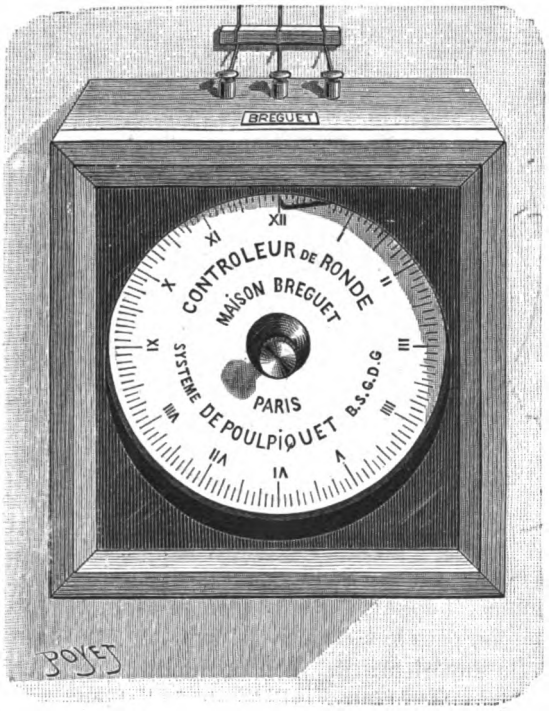


Fig. 5.

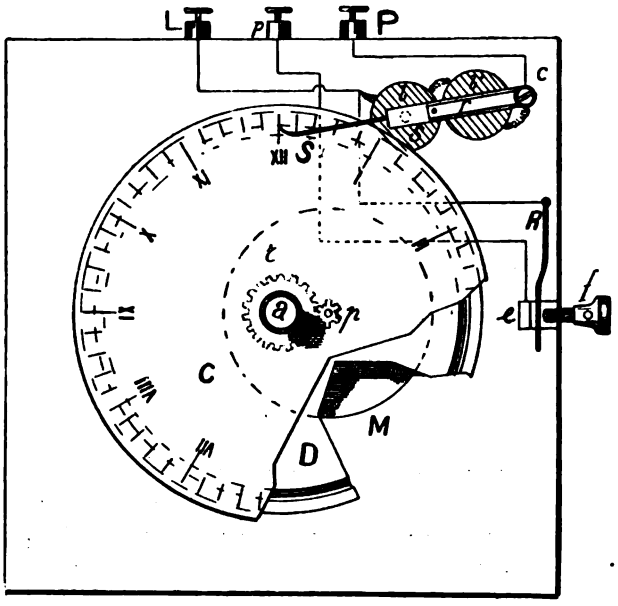


Fig. 6.

sur son support qui effectue une révolution complète en 12 heures. Le disque de laiton porte, près du bord, une rainure circulaire qui permet au stylet enregistreur S de perforer facilement le papier du cadran.

La partie électrique de l'enregistreur comporte un électro-aimant à deux bobines *b* et *b'* dont l'armature S porte le stylet enregistreur. Cette armature est montée comme celle des sonneries trembleuses, et le ressort interrupteur *r* y est utilisé de la même manière. De plus, et afin de faciliter le remplacement du cadran horaire que l'on doit changer

Digitized by Google

chaque jour, l'armature est montée sur un pivot *c*, ce qui permet de faire remonter le stylet S au-dessus du cadran lorsqu'on doit remplacer ce dernier.

Lorsque le veilleur, sa ronde terminée, a fermé le circuit dans tous les postes, et qu'il appuie sur le bouton de contact du poste terminus, le courant traverse l'électro-aimant de l'enregistreur, l'armature vibre très rapidement par suite des attractions successives qu'elle subit, et, dans ce mouvement, le stylet perfore le cadran à l'heure précise où la ronde s'est terminée.

Pour rendre le contrôle plus rigoureux, et éviter toute irrégularité dans le service des rondes, la clé nécessaire au veilleur pour rétablir le circuit dans chacun des postes peut être placée sur l'enregistreur lui-même, où, à l'aide d'un dispositif très simple, le veilleur, soit en prenant la clef pour commencer sa ronde, soit en la remettant une fois la ronde terminée, pointe ces deux opérations sur le cadran de contrôle, indiquant ainsi

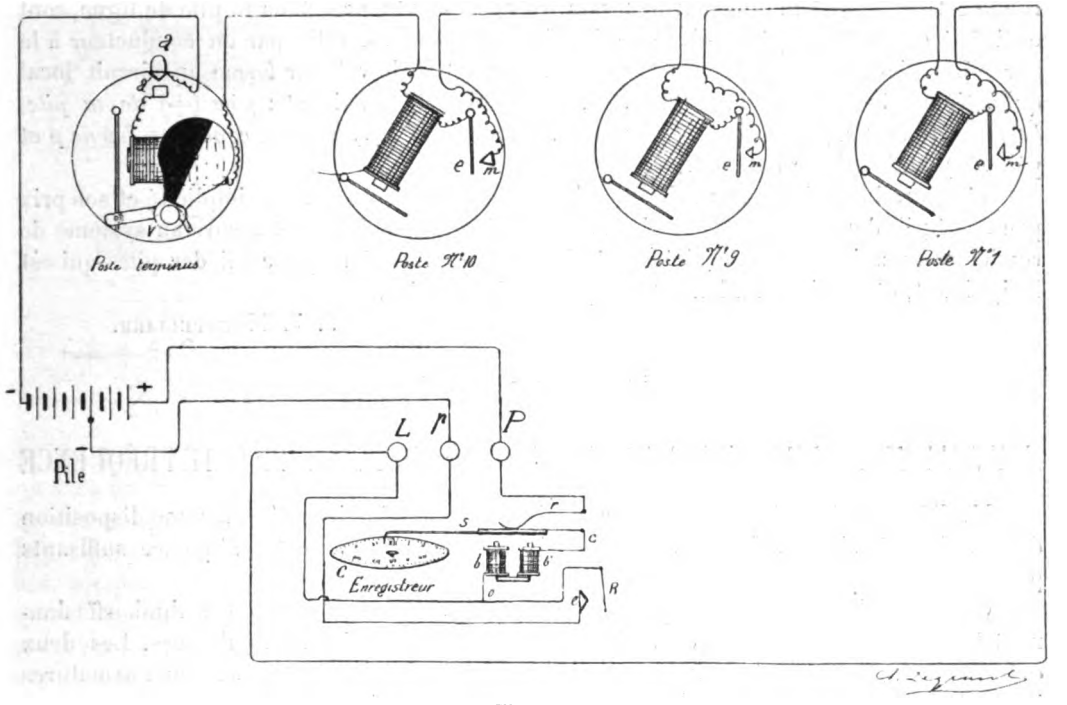


Fig. 7.

l'heure exacte du commencement et de la fin de sa ronde. Ce dispositif est un simple bouton poussoir *f* (fig. 6) sur lequel appuie le veilleur, ce qui a pour effet d'appliquer le ressort R sur l'équerre *e*. Il ferme ainsi un circuit local qui permet à la pile d'actionner l'électro aimant *b b'*, et de pointer alors sur le cadran l'heure exacte à laquelle le veilleur a pris ou déposé la clé. On peut, si on le désire, placer ce bouton de contrôle ailleurs que sur l'enregistreur, dans tout autre endroit qui paraîtrait plus commode.

Pile et conducteur. — La pile, du modèle employé généralement pour les sonneries et les téléphones, est composée d'un nombre d'éléments en rapport avec le nombre de postes installés.

Quant au conducteur, il suffit d'employer du fil recouvert, du même modèle que celui qui est employé pour l'installation des sonneries.

Installation du système. — La figure 7 donne le croquis d'une installation complète et permet de se rendre compte facilement du fonctionnement général.

Digitized by Google

Un des pôles de la pile est rattaché au conducteur unique constituant la ligne, tandis que l'autre aboutit à la borne, marquée P, de l'enregistreur. Le conducteur de ligne, partant du pôle négatif de la pile, pénètre successivement dans chacun des postes et vient aboutir à la borne L de l'enregistreur. Dans ces conditions, on comprend que, lorsque le veilleur a terminé sa ronde, et qu'il est arrivé au poste terminus après avoir rétabli le circuit dans chaque poste en rétablissant le contact entre *e* et *m*, il n'a plus qu'à appuyer sur le bouton *a* pour fermer complètement le circuit. Le courant de la pile, partant du pôle +, suit alors le trajet suivant : *borne* P *de l'enregistreur*, *ressort r*, *fil c*, *bobines b* et *b' de l'électro*, *borne* L, *la ligne*, *points m*, *e et bobine de chaque poste*, *bobine du poste terminus*, *ressort a' et ressort a du bouton de contact*, *pôle négatif*. Le passage du courant dans les bobines *b* et *b'* a pour effet d'attirer l'armature *s*, et le stylet perfore alors le papier du cadran.

Le dispositif destiné à permettre l'enregistrement du commencement et de la fin de la ronde est également indiqué sur le dessin. Deux éléments, pris dans la pile de ligne, sont utilisés à cet effet ; le pôle (—) de ce deuxième élément est relié par un conducteur à la borne *p* de l'enregistreur. En pressant sur le ressort R, le veilleur ferme un circuit local qui actionne l'électro de l'enregistreur ; ce circuit est le suivant : *pôle* (+) *de la pile*, *borne* P, *ressort r*, *fil c*, *bobines b* et *b' de l'électro*, point *o*, *ressort* R, *contact e*, *borne p* et pôle (—) du deuxième élément.

L'appareil imaginé par M. de Poulpiquet se recommande par sa simplicité et son prix peu élevé ; il donne un contrôle absolu du service des veilleurs, et assure au système de rondes son maximum de sécurité. Il n'exige d'autre entretien que celui des piles qui est insignifiant, et son installation est des plus faciles à faire.

J.-A. MONTPELLIER.

NOUVEAU MODE DE TRANSFORMATION DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE

M. d'Arsonval a fait connaître par plusieurs communications récentes une disposition d'appareils très simple, permettant d'obtenir des courants de haute fréquence suffisants pour les besoins de la physiologie et de la thérapeutique.

Cet appareil (fig. 1) se compose essentiellement d'une bobine de Ruhmkorff donnant 12 à 15 cm d'étincelles et actionnée par quatre ou six accumulateurs. Les deux extrémités du fil induit de la bobine R sont reliées respectivement en *x*, *y* aux armatures internes de deux bouteilles de Leyde, A, B, d'égale capacité. C'est entre ces armatures internes que se trouve monté l'oscillateur *ab*, formé par deux sphères métalliques que l'on rapproche plus ou moins l'une de l'autre pour régler la longueur de l'étincelle. Enfin les armatures externes de ces deux bouteilles de Leyde sont réunies l'une à l'autre par un solénoïde S comprenant de 10 à 15 spires d'un gros fil de cuivre de 3 à 4 mm de diamètre.

A chaque étincelle qui se produit en *a*, *b*, ce solénoïde est parcouru par une série d'oscillations très énergiques que l'on recueille au moyen de deux dérivations *s* et *s'*, prises à ses extrémités. Entre les sphères métalliques *c* et *d* éclatent des étincelles brillantes, très bruyantes, beaucoup plus longues et plus nourries que l'étincelle primitive *ab*.

Pour transformer ces étincelles de quantité en une décharge de tension, M. d'Arsonval introduit dans la spirale S une bobine de fil fin isolée dans un tube plein d'huile, et recueille le courant induit dans cette bobine secondaire ; mais, pour les expériences que nous allons décrire, nous ne nous servons que de l'appareil tel qu'il est représenté sur la figure 1, sans employer la bobine induite de fil fin.

Digitized by Google

Je n'insisterai pas ici sur les caractères de l'étincelle *cd*, ni sur les phénomènes qui prennent naissance dans l'appareil ainsi disposé. M. d'Arsonval les a suffisamment fait connaître ; je voudrais pourtant signaler en passant un fait intéressant auquel je ne trouve pas d'explication satisfaisante, et qui montre bien qu'avec les courants de haute fréquence les conditions ordinaires des phénomènes électriques se trouvent profondément modifiées.

Quand j'emploie en thérapeutique les courants de haute fréquence, c'est le plus souvent de la façon suivante : aux deux branches de l'excitateur *cd* sont fixés deux conducteurs souples KK′, dont l'un est terminé par une large plaque de métal (*p*) recouverte de peau de chamois humide, l'autre par un manche isolant (*m*) qui porte un pinceau de fils métalliques. La plaque est fixée sur un point quelconque du corps, le pinceau est promené sur la région malade. En se plaçant dans ces conditions, avec un courant continu

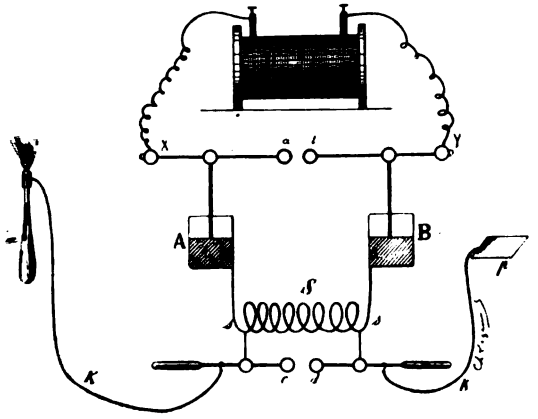


Fig. 1.

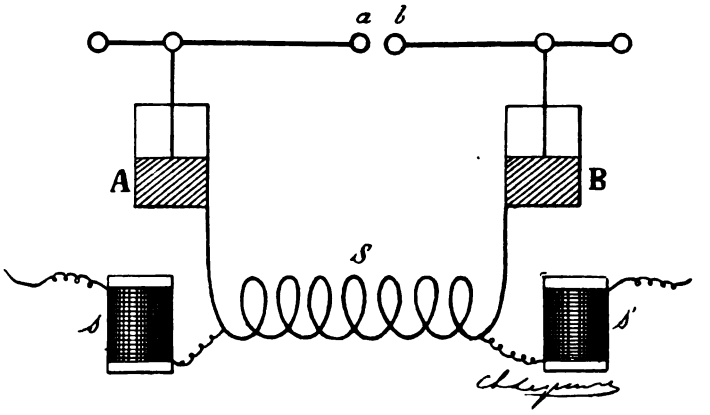


Fig. 2.

ou avec un courant alternatif ordinaire, peu importe la situation de la plaque métallique, qu'elle soit placée loin ou près de l'autre électrode, la sensation douloureuse perçue par le patient au contact de cette dernière reste constante La résistance des tissus interposés, comparée à celle de la peau, est si faible, que l'intensité du courant se modifie à peine quand on rapproche l'une de l'autre ou quand on éloigne les deux électrodes. Avec les courants de haute fréquence, il n'en est plus ainsi, et plus la plaque métallique est loin du pinceau, moins la sensation douloureuse est vive. Ainsi, par exemple, si c'est sur la main qu'on promène le pinceau, les étincelles qui en jaillissent sont pénibles quand la plaque est fixée à l'avant-bras ; elles deviennent très supportables quand on l'applique sur le tronc, et ne sont presque plus douloureuses quand on la descend sur la cuisse ou sur le mollet.

Évidemment, pour expliquer ce phénomène absolument constant et que j'ai observé maintes fois, il ne faut pas songer à faire intervenir la résistance. Que signifie, en effet, une différence en plus ou en moins de 8 ou 10 ohms à côté des milliers de volts représentés par une étincelle de 2 ou 3 cm ; c'est très probablement la capacité qui seule ici joue un rôle.

Mais revenons à notre appareil. Nous avons dit ce qu'était l'étincelle qui éclate entre les sphères *c* et *d*. Si on les écarte suffisamment l'une de l'autre pour qu'il ne se produise plus de décharge et qu'on touche l'une d'elles avec le doigt ou avec un conducteur métallique quelconque relié à la terre, on en tire une petite étincelle violacée presque silencieuse, de 3 ou 4 mm de longueur. Nous avons vu, d'autre part, que, pour transformer l'étincelle *cd* en courant de tension, M. d'Arsonval introduit dans le solénoïde S une bobine de fil fin isolée dans une tube plein d'huile. Or, j'ai observé que, pour obtenir cette

Digitized by Google

transformation avec un rendement en apparence beaucoup plus élevé, on peut simplement monter en dérivation sur l'une quelconque ou sur les deux extrémités s, s' du solénoïde S une bobine secondaire de quelques tours de fil, à l'extrémité libre de laquelle on recueille le courant ainsi transformé; mais, comme ici la moindre modification de longueur des fils du solénoïde S, que nous appellerons primaire, et du solénoïde secondaire (s) ont sur ces phénomènes la plus grande influence, je vais donner exactement les dimensions des appareils dont je me suis servi.

Pour ma première expérience le solénoïde S était formé par du fil de cuivre de 3,5 mm enroulé suivant 13 spires de 6,5 cm de diamètre. Sa longueur totale était de 2,75 m.

Si, à une des extrémités de cette spirale, on en monte en dérivation une seconde (1) formée par un fil de cuivre de 0,7 mm recouvert de gutta et de coton enroulé sur un cylindre de verre de 8 cm de diamètre, la longueur totale de ce fil étant de 22 m, on voit de son extrémité libre partir une effluve très nourrie. Les deux ou trois derniers tours de fil deviennent, malgré l'isolant, lumineux dans l'obscurité, et de la partie terminale libre, enroulée en spirale, jaillissent de nombreuses étincelles pâles, très fines, de 1 à 2 cm de longueur, dont la réunion constitue l'effluve. Si nous employons ce terme d'effluve, c'est que nous n'en connaissons pas d'autre applicable à cette force de décharge dans l'air, qui ne ressemble pourtant pas à la luminosité régulière, diffuse, uniforme, caractérisant la décharge d'une machine statique par une pointe. Ici non plus, d'ailleurs, si l'on approche la main de l'extrémité du fil, on n'a pas la sensation de souffle qui accompagne l'effluve à courant continu; on a plutôt une sensation de picotement de plus en plus forte au fur et à mesure que la distance diminue entre la source d'électricité et la main, et si on rapproche celle-ci assez près, elle est criblée d'étincelles sinueuses, violacées, ne provoquant aucune sensation douloureuse et longues de 3 à 4 cm. Ces étincelles traversent la gutta qui recouvre le fil avec la plus grande facilité, et ne changent pas de caractère ni de longueur, qu'elles partent du fil dénudé ou recouvert. En promenant le doigt le long de la bobine suivant une de ses génératrices, au fur et à mesure qu'on descend, elles deviennent de moins en moins longues, et cela proportionnellement au nombre de tours du fil; au milieu de la bobine, elles ont encore plus de 1 cm de longueur.

Cette effluve éclatant dans l'air produit un bruissement assez fort, en même temps que se répand une odeur d'ozone intense.

Si c'est à la face interne de la bobine, à 1 ou 2 cm du verre, qu'on promène le doigt en le descendant dans le cylindre de verre, il est aussi bien criblé d'une pluie d'étincelles de même nature partant de tous les points du diélectrique; et si, on vient à toucher le verre, le doigt devient le centre d'une brillante auréole d'étincelles qui en divergent pour sillonner toute la surface interne du cylindre.

Voulant étudier plus facilement cette effluve, j'attachai à l'extrémité libre du fil de la bobine secondaire un des conducteurs isolés qui me servent habituellement pour les appareils à haute fréquence. Il est formé par un toron de quatre fils de cuivre dont chaque brin a 0,4 mm. Ce toron occupe l'axe d'un tube de caoutchouc plein d'huile. La longueur totale est de 2 m; il se termine, d'un côté par un crochet qui s'attache aux appareils, et, de l'autre, par une bague métallique mastiquée sur un manche de verre, bague à laquelle peuvent se visser différentes électrodes: pointe, sphère, pinceau de fils métalliques, etc.

Or, en ajoutant ce conducteur à l'extrémité libre de la bobine, celle-ci ne donne plus rien ou à peu près. Au lieu de l'effluve si puissante de tout à l'heure, je n'ai plus qu'une petite étincelle pâle de 1 ou 2 mm de longueur. En promenant le doigt le long de la bobine, à sa face externe ou à sa face interne, on n'a plus d'étincelle, plus rien, en somme, en aucun point de ce fil secondaire, siège tout à l'heure d'oscillations si énergiques. Et ceci n'est certainement pas dû à un défaut d'isolement, car, je le répète, ce conducteur est isolé dans

Digitized by Google

l'huile, et d'ailleurs la moindre perte se trahirait facilement par l'effluve. D'autre part, l'augmentation de résistance ainsi produite est insignifiante, surtout pour un courant dont le voltage est assez élevé pour vaincre la résistance de l'air. C'est donc le changement de capacité apporté à la bobine secondaire par ces deux mètres de fil relativement gros qui

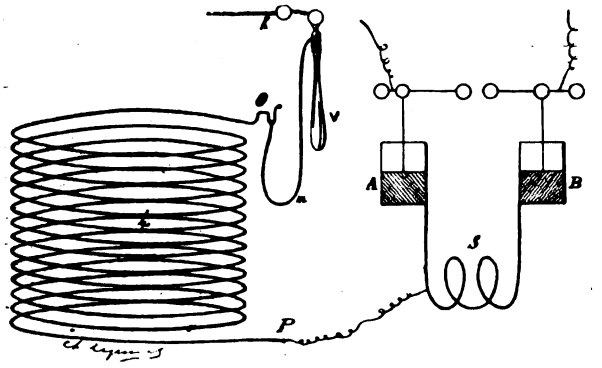


Fig. 3.

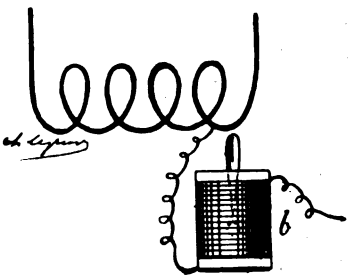


Fig. 4.

suffit pour empêcher complètement cette transformation, ou plus exactement, comme nous le verrons plus loin, c'est le changement de rapport entre sa capacité et sa self-induction, d'une part, et d'autre part celles du solénoïde primaire.

Pour m'en assurer, j'ai fait avec le même fil de 0,7 mm une seconde bobine (fig. 2) exacte-

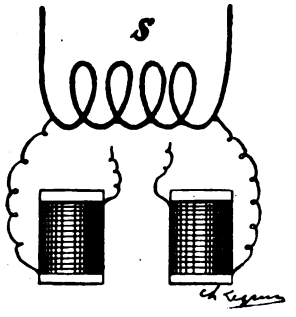


Fig. 5.

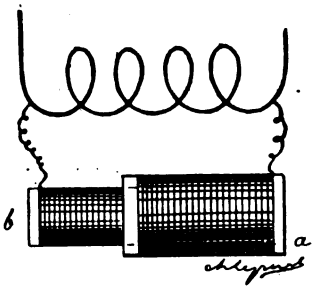


Fig. 6.

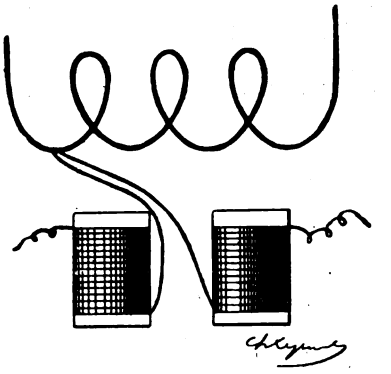


Fig. 7.

ment dans les mêmes conditions que la première, mais ayant 5 m de fil en plus que la première, c'est-à-dire 27 m. Montée à la place de la première elle ne donne absolument rien.

Changeant alors le solénoïde s^1 et le remplaçant par un autre plus long s^2 du même fil de 3,5 mm, mais formant 22 spires ayant 5 m de longueur au lieu de 1.75 m ; avec la première bobine (1) je n'ai plus rien ; avec la seconde (2), en en approchant le doigt, j'ai une étincelle de 1 cm environ, mais pas encore d'effluve, et je ne retrouve celle-ci avec les mêmes caractères que tout à l'heure qu'en montant sur S^2 une troisième bobine secondaire (3) ayant 32 m de longueur totale de fil fin.

On voit, d'après cela, combien un ajustage exact est nécessaire entre les solénoïdes primaire et secondaire puisqu'une différence de longueur en plus ou en moins, en apparence insignifiante, de l'un ou de l'autre supprime complètement toute transformation. Et pourtant ce n'est pas la capacité du fil secondaire qui est ici en jeu, car j'ai construit des

Digitized by Google

bobines secondaires avec des fils de diamètres variables descendant même jusqu'à 0,3 mm, et à longueur de fil égale on retrouve exactement la même effluve, mais plus ou moins nourrie; donc c'est le rapport de la capacité à la self-induction de ces bobines secondaires qu'il faut envisager ici.

Quand on se sert pour la bobine secondaire de gros fil, c'est surtout sa longueur minima qu'il importe de déterminer avec soin, car au-dessous d'elle on n'a plus rien; mais quelques mètres de fil en plus n'ont plus la même importance qu'avec du fil fin. J'ai fait construire un gros solénoïde (4) en fil de 4,5 mm formant une spirale de 0,50 m de diamètre ayant 25 tours de fil séparés l'un de l'autre par un intervalle de 2 cm. Si je monte ce solénoïde entre les armatures externes des condensateurs à la place de la spirale S il me donne en *cd* (fig. 1) des étincelles de 2 cm environ très bruyantes, très éclatantes, très chaudes, mais aussi très douloureuses, provoquant des secousses musculaires violentes, en somme très comparables aux étincelles d'une bobine de Ruhmkorff à gros fil secondaire. Si, au contraire, je monte cette spirale en dérivation sur une des extrémités de S, avec S^1 je n'ai rien, mais avec S^2 j'obtiens une intensité de phénomènes absolument remarquables.

L'extrémité libre O (fig. 3) de la grosse spirale se comporte absolument comme un des conducteurs d'une puissante machine de Holtz ou de Carré; il en part en éventail une effluve très nourrie de 6 ou 8 cm de longueur et, dans l'obscurité, le tour supérieur du fil devient lumineux. Je puis maintenant, sans modifier en rien le courant secondaire ajouter à cette extrémité (O) mon conducteur isolé (*m*) qui suffisait tout à l'heure pour supprimer complètement les phénomènes d'induction, et alors, si sur le manche de verre *v* je fixe un pinceau de fils fins, il devient le centre d'une effluve magnifique se perdant dans l'air en répandant une odeur intense d'ozone, effluve qui part d'ailleurs aussi bien de la bague métallique et de la continuité des fils que de leur extrémité. Si je remplace le pinceau par une sphère, elle est aussi le centre d'une effluve, tant la tension est élevée; mais si je l'approche d'un corps conducteur quelconque K, il en part un torrent d'étincelles brillantes de 10 à 12 cm de longueur, tout à fait analogues à celles d'une machine Carré munie d'un condensateur de capacité un peu faible, mais beaucoup plus abondantes. Reçues sur la main, ces étincelles sont pourtant, malgré leur éclat, moins douloureuses, à longueur égale, que celles d'une machine statique.

La tension énorme à laquelle est portée l'électricité dans les bobines secondaires ainsi disposées permet d'observer nombre de phénomènes très intéressants.

Si, par exemple, reprenant une de nos premières bobines à fil fin, quand l'appareil est en marche, et qu'il se dégage à l'extrémité libre du fil *b* une effluve puissante, on plonge le doigt dans le cylindre de verre suivant son axe, l'effluve s'éteint en *b*. En même temps, dans le cylindre de verre, et suivant toute sa hauteur, rayonnent de tous ses points sur le doigt une pluie d'étincelles très fines (fig. 4).

Si, aux extrémités du solénoïde S (fig. 5), on monte deux bobines semblables, et si on les rapproche l'une de l'autre de façon à laisser entre les spirales de fil libre qui les terminent un intervalle de 5 à 6 cm, l'effluve qui éclate entre elles prend une intensité extrême en même temps que se répand une forte odeur d'ozone.

Mais, à ce point de vue spécial de la production d'ozone, la disposition qui donne les résultats les plus remarquables est représentée fig. 6. Les deux cylindres de verre *a* et *b*, sur lesquels sont enroulées les mêmes longueurs de fil fin, sont choisis de diamètres différents, de façon que l'un des deux puisse entrer dans l'autre en ménageant entre leurs parois un espace annulaire d'un centimètre et demi environ. Cet espace est sillonné par une effluve très puissante produisant une crépitation très vive, et si l'on souffle légèrement à une des extrémités, l'air qui s'échappe de l'autre a une odeur d'ozone plus intense que jamais je ne l'ai observée avec aucun autre appareil.

Digitized by Google

En montant en quantité deux bobines identiques à la même extrémité du solénoïde (fig. 7), de leurs deux fils libres partent deux effluves semblables ; quand on plonge le doigt dans une de ces bobines, on éteint son effluve, ainsi que nous l'avons dit ; mais, en même temps, l'effluve de l'autre double de longueur et d'intensité, cela malgré la quantité d'énergie représentée par l'effluve éclatant à l'intérieur de la première bobine et qui semble au moins équivalente à celle que représentait l'effluve de son fil libre.

On sait que M. d'Arsonval, pour mesurer le courant parcourant le solénoïde primaire S, a proposé d'introduire un thermomètre à mercure dans son intérieur. Les courants de Foucault induits dans le mercure en font rapidement monter la température, et l'ascension de la colonne de mercure est proportionnelle à l'intensité du courant. Ce procédé de mesure n'est d'ailleurs proposé par M. d'Arsonval que pour des courants beaucoup plus intenses que ceux que nous employons, car avec notre bobine et nos accumulateurs nous n'avons jamais vu le mercure monter d'une façon appréciable dans des thermomètres même très sensibles. On sait d'ailleurs que, pour les courants de cet ordre de grandeur, M d'Arsonval a fait construire un thermomètre à pétrole dont le réservoir renferme un cylindre de cuivre ; mais nous tenons à signaler ici une cause d'erreur possible si on cherchait à employer la même méthode de mesure avec nos bobines à haute tension. Quand on plonge dans l'axe d'une de ces bobines secondaires un thermomètre, les étincelles dont nous avons parlé viennent cribler le verre du réservoir à mercure, et suivent sa surface pour gagner la main qui le tient. Sous cette influence, le verre s'échauffe très rapidement et communique sa température au mercure, dont la colonne monte alors. Tel est bien le mécanisme de cette ascension qui ici n'est pas due à des courants induits dans le métal, car, avant de monter, la colonne mercurielle descend d'abord légèrement quand le verre se dilate avant que le métal soit échauffé, et d'ailleurs l'ascension se produit de la même façon avec un thermomètre à alcool qu'avec un thermomètre à mercure.

Qu'on me permette encore, pour terminer, de signaler un fait intéressant et très facile à observer avec un thermomètre à mercure. D'abord, quand on plonge son réservoir dans l'axe d'une bobine secondaire, ou seulement quand on l'approche de cette bobine, sa chambre à vide s'illumine d'une lueur très vive comme un tube de Gessler, et la surface libre de la colonne de mercure devient très brillante. Si on tient le thermomètre par son réservoir et qu'on introduise l'extrémité de sa tige dans la spirale de fil libre qui termine la bobine secondaire, on voit de la partie supérieure de la chambre à vide s'irradier dans l'épaisseur du verre un faisceau de petites étincelles d'un blanc éblouissant, qui, d'abord très courtes, s'allongent de plus en plus en pénétrant dans la masse du verre, et quand l'une d'elles atteint la face externe du tube, celui-ci s'éteint brusquement. Si alors on prend à la main cette extrémité du tube, on constate qu'elle est très chaude, et si on l'examine à la loupe, on voit dans l'épaisseur du verre, coiffant l'extrémité de la chambre à vide, une houppe de fines craquelures l'ayant rendu opaque, et de laquelle part une fêlure transversale suivant le plan de la plus longue et dernière étincelle. Ce qu'on peut suivre très bien pendant la première partie de l'expérience, c'est la marche de dedans en dehors dans l'épaisseur du verre des étincelles produites ou par la vapeur de mercure incandescente ou par la matière radiante.

Dr P. Oudin.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 juillet 1893

M. E.-H. Amagat communique la suite et la fin de son Mémoire *sur la relation qui existe entre les formules de Coulomb (magnétisme), de Laplace et d'Ampère*, et arrive à cette conclusion que la relation entre les coefficients λ, k et A est établie arbitrairement et n'a que le caractère de probabilité des hypothèses faites pour l'obtenir. L'auteur se propose de vérifier expérimentalement ces hypothèses avec toute l'exactitude que comportent les ressources dont on dispose aujourd'hui [1].

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 juillet 1893

(suite et fin)

Sur les courants alternatifs de haute tension produits à l'aide de machines électrostatiques, par le Dr S. Leduc. — On peut, à l'aide des machines électrostatiques, produire des courants alternatifs de haute tension possédant des propriétés assez particulières pour rendre leur étude digne d'intérêt.

Lorsqu'une machine électrostatique fonctionne et qu'une série d'étincelles, continue en apparence, se produit entre les boules de ses excitateurs, les conducteurs de la machine sont le siège de variations de potentiel, de vibrations électriques, aujourd'hui bien connues. Ce sont ces vibrations électriques que l'auteur utilise pour la production de courants alternatifs.

Si l'on suspend par son armature interne une bouteille de Leyde à chacun des pôles de la machine, et qu'on réunisse les armatures externes par un circuit d'une très grande résistance, les armatures internes font ainsi partie des conducteurs de la machine, et leurs vibrations électriques qui, au même instant, se font en sens inverse dans chaque armature, le potentiel s'élevant d'un côté lorsqu'il s'abaisse de l'autre, leurs vibrations électriques se transmettent aux armatures externes, dans lesquelles elles déterminent des modifications de l'état électrique alternatives, d'où résulte la production du courant alternatif dans le circuit qui unit ces armatures.

La résistance entre les armatures externes doit être telle que la capacité totale des bouteilles de Leyde soit proportionnée au débit de la machine.

Si, par exemple, on unissait par un conducteur de résistance négligeable les armatures externes, les conducteurs de la machine, dont font partie les armatures internes, auraient une trop grande capacité, les étincelles entre les excitateurs deviendraient intermittentes, et l'on ne pourrait obtenir un courant alternatif au sens propre du mot.

D'autre part, par suite de la grande résistance introduite entre les armatures externes, il ne saurait se produire de décharges oscillantes entre ces armatures.

Les expériences ont été faites sous les yeux de la Société avec une machine de Wimshurst, à deux plateaux de verre, de 0,70 m.

Les courants alternatifs obtenus à l'aide des machines électrostatiques ont des propriétés analogues, mais non identiques, à celles des courants de M. Tesla.

Les conducteurs parcourus par ces courants deviennent lumineux, et, dans de bonnes conditions d'expérience, de toute leur surface se dégagent des aigrettes bien différentes par leur intensité et par leurs caractères de celles de l'électricité statique. En variant la forme des conducteurs, en approchant d'autres conducteurs, on produit des effets lumineux très variés et très beaux.

La meilleure disposition pour effectuer cette expérience consiste à mettre l'une des armatures externes en communication avec le sol, et à attacher l'autre à une chaîne pendante, en contact en un point avec la table de la machine.

Si l'on enveloppe la chaîne pendante de l'expérience précédente avec un tube de caoutchouc, et si l'on prend ce tube à la main, il devient lumineux, comme phosphorescent, par la production de courtes aigrettes, sous formes d'effluves, entre la main et le tube ; la sensation n'est pas pénible, et il y aura lieu de rechercher l'influence d'une semblable électrode sur l'organisme.

Si l'on approche un tube de Tesla du conducteur libre, il s'éclaire à une grande distance ; et, si l'on écarte les boules des excitateurs, de façon à supprimer l'alternance tout en augmentant la

[1] *Comptes rendus*, tome CXVII, n° 3, p. 150.

Digitized by Google

tension, le tube s'éteint et doit être approché beaucoup plus près pour redevenir lumineux.

Une ampoule de lampe électrique suspendue au conducteur libre devient lumineuse, et sa luminosité s'accroît lorsqu'on la touche.

Cette lampe et le tube de caoutchouc lui-même sont fortement attirés par un conducteur en communication avec le sol, par la main par exemple. La même expérience faite avec l'électricité statique donne une attraction suivie d'une répulsion, tandis qu'avec les courants alternatifs l'attraction seule se produit.

Les courants alternatifs de haute tension, obtenus avec les machines statiques, excitent les nerfs sensitifs et moteurs. Pour leur emploi, une seule électrode suffit. On se sert d'une pointe métallique mousse, tenue par un manche de verre, et fixée à la chaîne libre de l'une des armatures externes ; cette pointe promenée sur la peau, lorsqu'elle passe sur un nerf sensitif ou moteur, l'excite dans toute sa distribution au-dessous de l'électrode.

La sensation, dans la région innervée par un nerf sensitif, est tellement nette, qu'elle permet de dessiner sur la peau la surface innervée. Plusieurs membres de la Société, parmi lesquels MM. Pellat, Gariel, d'Arsonval, vérifient par eux-mêmes ces propriétés.

Enfin l'expérience qui a causé le plus de surprise à l'auteur, a été la contraction par induction à distance, à l'aide des courants développés eux-mêmes par induction dans le corps humain. L'observateur étant placé entre la machine et une grenouille, s'il approche la main de l'animal comme pour le montrer de l'index, à une distance qui peut atteindre jusqu'à 1 m, les muscles entrent en contraction ; si l'on approche et si l'on éloigne la main, tous ces mouvements sont inscrits sur le myographe par la patte galvanoscopique.

Sur la diminution de l'intensité lumineuse et la consommation d'énergie des lampes à incandescence.

Nous publions impartialement et actuellement sans commentaires le tableau suivant dressé par la maison Siemens et Halske de Berlin. Sa composition repose sur des essais de durée, répétés avec le plus grand soin, exécutés avec des lampes tant de la fabrication propre de la maison que de provenances étrangères.

Il ressort clairement de ce tableau que l'utilité pratique des lampes à faible taux de consommation d'énergie est très limitée, contrairement à une opinion fort répandue et que seules sont recommandables, en général, les lampes qui absorbent 3 à 3,5 watts par bougie normale.

DURÉE D'ALLUMAGE en heures	1.5 Watt		2.0 Watts		2.5 Watts		3.0 Watts		3.5 Watts	
	Bougies	Watts	Bougies	Watts	Bougies	Watts	Bougies	Watts	Bougies	Watts
0	16	1.50	16	2.00	16	2.51	16	3.00	16	3.50
5	13.1	1.85	—	—	—	—	—	—	—	—
10	10.2	2.36	15.3	2.09	—	—	—	—	—	—
15	8 4	2.77	—	—	—	—	—	—	—	—
20	7.8	2.81	13.5	2.38	15.8	2.53	—	—	—	—
25	7.3	2.90	—	—	—	—	—	—	—	—
30	5.7	3.56	12.5	2.52	—	—	—	—	—	—
35	5.6	3.66	—	—	—	—	—	—	—	—
40	5.5	3.70	12.1	2.67	15.7	2.54	—	—	—	—
45	5.6	3.65	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	11.9	2.62	—	—	16	3.00	16	3.50
60	—	—	11.2	2.72	15.7	2.55	—	—	—	—
70	—	—	10.7	2.85	—	—	—	—	—	—
80	—	—	9.7	3.06	14.8	2.67	—	—	—	—
90	—	—	8.1	3 58	—	—	—	—	—	—
100	—	—	7.8	3.70	14.0	2.82	16	3.00	16	3.50
110	—	—	7.0	4.03	—	—	—	—	—	—
120	—	—	6.5	4.31	11.2	3.45	—	—	—	—
130	—	—	6.4	4.35	—	—	—	—	—	—
140	—	—	6.4	4.36	10.5	3.61	—	—	—	—
150	—	—	5.9	4.68	—	—	16	3.00	16	3.50
160	—	—	5.7	4.80	9.6	3.91	—	—	—	—
170	—	—	5.4	5.12	—	—	—	—	—	—
180	—	—	5.3	5.20	9.1	4.10	—	—	—	—
190	—	—	5.3	5.20	-	—	—	—	—	—
200	—	—	5.2	5.24	9.1	4.13	15.6	3.10	16	3.50
220	—	—	—	—	8.5	4.36	—	—	—	—
240	—	—	—	—	8.3	4.46	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	14.1	3.36	16	3.50
260	—	—	—	—	8.0	4.64	—	—	—	—
280	—	—	—	—	7.6	4.86	—	—	—	—
300	—	—	—	—	7.3	5.02	13.2	3.56	15.4	3.62
320	—	—	—	—	7.1	5.13	—	—	—	—
340	—	—	—	—	6.9	5.28	—	—	—	—
350	—	—	—	—	—	—	12.5	3.72	15	3.71
360	—	—	—	—	6.7	5.34	—	—	—	—
380	—	—	—	—	6.7	5.41	—	—	—	—
400	—	—	—	—	6.7	5.41	12.2	3.79	14.9	3.73
420	—	—	—	—	6.7	5.41	—	—	—	—
440	—	—	—	—	6.7	5.41	—	—	—	—
450	—	—	—	—	6.6	5.47	11.7	3.93	14.7	3.79
500	—	—	—	—	—	—	11.4	4.05	14.5	3.82
550	—	—	—	—	—	—	11.1	4.17	14	3.96
600	—	—	—	—	—	—	10.4	4.36	13.7	4.02
650	—	—	—	—	—	—	10.1	4.50	13.4	4.09
700	—	—	—	—	—	—	9.8	4.61	13.4	4.09
750	—	—	—	—	—	—	9.6	4.70	13.3	4.11
800	—	—	—	—	—	—	9.2	4.70	13.3	4.11
850	—	—	—	—	—	—	9.2	4.87	13.3	4.11
900	—	—	—	—	—	—	9.0	4.94	13.1	4.16
950	—	—	—	—	—	—	8.8	5.05	12.9	4.21
1000	—	—	—	—	—	—	8.4	5.27	12.5	4.32

Il en résulte conséquemment, comme durée d'existence.

Lampes de

1,5 watt par bougie normale, 45 h. d'allumage.
2 » » » 200 »
2,5 » » » 450 »
3 » » » 1 000 »
3,5 » » » 1 000 »

E. D.

Digitized by Google

Sur la nature des électrodes dans les voltamètres

D'après la loi électrolytique de Faraday, la quantité de métal déposée par un courant électrique donné serait la même, quelle que soit la nature des électrodes. Cependant, d'après ce que nous lisons dans le *Chemiker-Zeitung*, le Dr Oettel a constaté qu'en employant des électrodes en platine, la quantité de cuivre déposée n'était que de 74 à 89 0/0 de celle obtenue au moyen d'électrodes en cuivre; la densité du courant étant de 0,13 d'ampère par centimètre carré, l'hydrogène n'était pas mis en liberté.

La raison de cette divergence provient de la formation sur l'anode d'acide persulfurique et de bioxyde hydrogène, qui se dissolvent dans le liquide, diminuent la capacité de la cathode, produisent une diminution de la quantité de métal déposé.

L'addition d'une matière aisément oxydable, telle, par exemple, que l'acide formique, annule l'action de ces produits secondaires et augmente la quantité de cuivre déposé, qui devient les 98,7 à 99,6 0/0 de la quantité théorique.

L'alcool est encore plus efficace, car on obtient un rendement de 99,9 0/0.

Le même expérimentateur a aussi recherché les motifs des divergences observées sur les voltamètres en cuivre, lorsqu'on emploie des solutions acides. Elles sont d'une telle importance que l'on recommande généralement d'employer des solutions parfaitement neutres, bien que, dans ce cas, la résistance des solutions augmente notablement.

L'auteur trouve, cependant, qu'avec une densité de courant de 0,3 d'ampère par centimètre carré la solution neutre donne un dépôt trop épais. Dans le cas d'une solution acide à laquelle on a ajouté de l'alcool, les résultats sont égaux à ceux obtenus avec le voltamètre en argent.

Les meilleurs résultats sont obtenus au moyen d'une solution composée de 15 gr de sulfate de cuivre, 5 gr d'acide sulfurique et 5 gr d'alcool mélangés à 100 gr d'eau, l'intensité de courant fluctuant entre 0,06 d'ampère à 1,5 ampère par centimètre carré. Les remarques du Dr Oettel sur les phénomènes qui s'accomplissent au sein des voltamètres sont certainement d'un grand intérêt et peuvent aider à jeter quelque clarté sur des questions présentant encore quelques points obscurs. — E. D.

BIBLIOGRAPHIE

Alternating currents of electricity : their generation, measurement, distribution and application. [Les courants alternatifs, leur production, leur mesure, leur distribution et leurs applications], par Gisbert KAPP, avec une introduction par M. Wm. STANLEY.

Un vol. in-8 cartonné. Prix : 1 dollar. New-York, *W.-J. Johnston et Cie, éditeurs.*

L'emploi des courants alternatifs s'est si rapidement développé en ces dernières années, notamment pour le transport électrique de l'énergie à grande distance, qu'il n'est pas étonnant que l'étude de ces courants ait attiré tout particulièrement l'attention des électriciens. Malheureusement, les ouvrages publiés jusqu'ici sur cet intéressant sujet sont loin d'être à la portée de tous les lecteurs, et c'est dans le but de combler cette lacune que M. Gisbert Kapp a écrit son livre.

Empressons-nous de dire que l'auteur a parfaitement atteint le but qu'il s'était proposé, car il a su se mettre à la portée de tout le monde. Les principes des courants alternatifs sont exposés clairement et simplement; la partie concernant les applications a été rédigée au point de vue absolument pratique, et les quelques formules mathématiques que l'on rencontre dans ce livre se trouvent seulement dans les appendices.

Les quatre premiers chapitres sont consacrés à l'exposé de la théorie des courants alternatifs et aux méthodes de mesure; les trois suivants contiennent la description des machines à courants alternatifs et des transformateurs. Dans le huitième chapitre, on trouve des notions très complètes sur l'installation des stations et, dans le neuvième, des données pratiques très intéressantes et surtout très utiles sur le couplage en parallèle des alternateurs. Les autres chapitres de l'ouvrage traitent des divers systèmes de moteurs à courants alternatifs, et l'auteur s'est attaché surtout à bien développer et expliquer le fonctionnement des moteurs à courants polyphasés; ce sujet, particulièrement difficile à traiter dans un livre élémentaire, a été si clairement exposé, que le lecteur peut se faire, à première lecture, une idée exacte de ces sortes de machines, et en comprendre facilement le fonctionnement.

Nous ne pouvons que recommander la lecture de ce traité pratique à ceux de nos lecteurs qui connaissent la langue anglaise, et nous sommes persuadés que beaucoup d'entre eux nous seront reconnaissants de le leur avoir signalé.

J.-A. M.

Digitized by Google

CHRONIQUE. — NOUVELLES

La photographie des projectiles. — M. Bottomle a montré dernièrement à la Société philosophique de Glasgow d'intéressantes photographies de balles en mouvements, en particulier au moment où elles quittent le canon de l'arme.

Une autre épreuve montrait le passage de la balle à travers une plaque de verre. Les premiers résultats de ce genre ont été obtenus, dans ces dernières années par MM. Mach et Boys. — E.

Nouveau Laboratoire électrique. — Les laboratoires des écoles techniques des États-Unis sont parmi les mieux montés du monde. A ce point de vue, on peut signaler les nouveaux laboratoires de l'Université de Pennsylvanie, une des premières écoles pour l'étude de l'art de l'ingénieur. Ces laboratoires, mécaniques et électriques, occupent une surface couverte de 2300 m^2. Ils comprennent sept chaudières types, qui servent en même temps pour le chauffage de tous les locaux de l'Université, quatre moteurs de 100 chevaux et un de 50 avec une dizaine de dynamos à arc et incandescence, à courant continu et alternatif.

Chacune de ces machines peut être reliée par des conducteurs à un quelconque des laboratoires pour les essais ou les recherches. Indépendamment de ces machines qui servent pour l'éclairage des diverses salles, il y a d'autres dynamos de divers types, réservées exclusivement aux essais.

Le laboratoire de mécanique renferme encore plusieurs moteurs de moindre puissance, des turbines, des pompes, etc., ces moteurs fournissent la puissance nécessaire pour le fonctionnement des machines pour le travail du fer et du bois, des machines pour l'essai des matériaux.

Les étudiants sont habitués à faire fonctionner eux-mêmes les diverses parties de l'installation, qui sont en service régulier, et à se familiariser avec tous ses détails. — E.

La traction électrique à Budapest. — Un rapport récent du consul américain de Budapest constate le succès complet de cette entreprise. Le réseau comprend 12 km de double voie ; le matériel compte 60 voitures à 32 places dont la vitesse moyenne atteint 19 km à l'heure.

Le prix de la course varie de 12,5 à 20 centimes suivant la distance. D'après des renseignements privés, les frais d'établissement ou d'exploitation seraient les suivants :

Coût de la voie : 8000 fr. par kilomètre de voie simple, comprenant les rails, les frais d'excavation, de maçonnerie, le pavage et les aiguilles.

Coût des voitures motrices du poids de 5 tonnes : 30000 fr.

Bâtiments : 75 000 fr.

Chaudières : 100 000 fr ;

Moteurs, dynamos, tableaux : 350 000 fr.

Les frais d'exploitation, comprenant l'entretien de la voie, le personnel de l'usine et des voitures, le charbon, etc., se monteraient à 17,2 centimes par voiture-kilomètre. — E.

Machine électrique pour forger des arrondis. — Elle est construite par la Compagnie de forgeage électrique de Boston. Cette machine est étudiée pour la fabrication de grandes quantités. Elle est rotative et fonctionne de telle manière que les pertes de temps soient réduites à leur minimum entre deux périodes de travail effectif. Toutefois la vitesse peut être modifiée suivant l'allure qu'exige la nature du travail à exécuter. Son montage est facile et rapide. Elle se construit couramment de dix dimensions différentes.

Avec cette nouvelle machine, les aciers les plus carburés peuvent être travaillés aussi facilement que le fer ou les aciers doux. Une particularité consiste même à travailler avec un égal succès les aciers les plus cassants et les Bessemer les plus complètement décarburés. Le cuivre et le bronze sont également travaillés dans de bonnes conditions. Des expériences ont été faites qui ont démontré que cent pièces parfaitement finies pouvaient être exécutées avec la machine électrique à forger pendant qu'une seule pièce était fabriquée à la main. Notamment, des galets de friction en acier, de 3^{mm} à 5 centimètres de diamètre, ont été fabriqués avec une grande rapidité et une grande perfection. Une barre en acier rougi est introduite entre les disques tournants, et, à chaque révolution des disques, un galet se trouve forgé ; on obtient de même une pièce conique, un pas de vis double, un boulon complet avec pas de vis et tête, un rivet de chaudière. — M.

La lumière électrique à Cologne. — L'usine centrale municipale de Cologne possède, à présent, l'équivalent de 32 000 lampes de 8 bougies reliées à son réseau.

Des plaintes s'étaient élevées parmi les consommateurs, relatives à l'excès de dépenses que leur occasionnait l'emploi de l'éclairage électrique, et ces plaintes menaçaient d'avoir quelque répercussion sur la consommation, attendu que le brûleur à gaz Welsbach, dont la réputation s'accentue en Allemagne, cherchait à en tirer profit.

Les autorités municipales, émues de cet état

Digitized by Google

de choses, ont senti la nécessité de rassurer l'esprit public. Une brochure a été éditée par l'administration, dans laquelle on montrait que les plaintes qui avaient régné parmi les clients au sujet de leurs dépenses trop élevées étaient dues à ce fait élémentaire que des lampes de 25 bougies, absorbant 80 volts, avaient été stipulées aux lieu et place de la lampe ordinaire de 16 bougies.

Désormais, la municipalité se propose de vendre des lampes au prix de 0,80 fr, fournissant une intensité lumineuse de 16,19 bougies Hefner et consommant 52 à 56 watts. Dans ces conditions, la demande de lumière ne peut qu'augmenter. — D.

Le chemin de fer électrique de Liverpool. — Les prévisions de recettes et les espérances fondées sur l'entreprise du chemin de fer électrique aérien sont extrêmement bonnes. Après expérience, le Board of Trade a donné sa sanction à l'emploi des signaux automatiques et a levé la restriction qui consistait à n'admettre la succession des trains qu'à des intervalles de 10 minutes. La Compagnie a déjà tiré avantage de cette concession.

C'est la première fois que le Board of Trade a autorisé l'application des signaux automatiques aux trains de voyageurs, et probablement elle deviendra l'aurore d'une ère nouvelle d'importantes économies pour les compagnies de chemins de fer. Le chemin de fer de Liverpool a déjà transporté un grand nombre de voyageurs, particulièrement les jours de fêtes, et, sans nul doute, ce nombre ne fera qu'augmenter. Ce chemin de fer n'a coûté que 50 000 fr le kilomètre, ce qui est un prix assez modique pour une ligne urbaine. Les actionnaires de l'entreprise sont en droit d'espérer un bon intérêt des capitaux engagés. — D.

Production électrolytique du zinc au moyen de la blende. — Par le procédé en question, on convertit la blende (zinc sulfuré) en la transformant en dissolution d'un sel de zinc que l'on électrolyse ensuite dans un bain électrolytique ; la cathode se compose de zinc ou d'un autre métal qui ne soit pas affecté par le procédé; l'anode est faite en fer ou autre métal analogue, le zinc excepté ; les électrodes sont séparées par une plaque poreuse d'argile ou d'une autre matière jouissant des mêmes propriétés. La cathode est entourée d'une solution aqueuse d'un sel de zinc, par exemple, de sulfate de zinc qui a été obtenu du zinc sulfuré par un mode chimique et métallurgique (par grillage, par exemple). L'anode, au contraire, est entourée d'une solution d'un sel dont le composant positif consiste dans le métal employé comme anode, tandis que son composant négatif se compose du même acide que celui qui entre dans la composition du sel de zinc destiné à l'électrolyse.

Quand l'acide libéré forme pendant l'électrolysation des sels insolubles avec l'anode, on supprime la cloison poreuse et on entoure la cathode aussi bien que l'anode du sel de zinc destiné à l'électrolyse. — M.

Installation d'éclairage et force motrice par courants polyphasés. — Les installations un peu importantes fondées sur l'emploi du matériel à courants polyphasés sont encore assez rares pour qu'il soit intéressant de signaler les applications nouvelles.

Une distribution de ce genre, faite par les ateliers d'Oerlikon, a été inaugurée, il y a quelques mois, à Wurgen, dans le Wurtemberg.

Deux usines fournissent le courant ; la première renferme une dynamo de 200 chevaux actionnée à 265 tours par une turbine dont la vitesse est multipliée trois fois par roues d'engrenages coniques. La tension y est élevée à 5 200 volts par un transformateur de 140 kilowatts.

La seconde usine, qui sert d'appoint à la première dans les moments de grande consommation, n'a pas de moteur spécial ; la dynamo de 100 chevaux est actionnée par le moteur d'une scierie ; la mise en parallèle se fait par l'intermédiaire d'un indicateur de phases.

De l'usine principale, la ligne aérienne s'étend à une distance de 9 km jusqu'au centre de Wurgen. Cette ligne comprend trois fils de 4,5 mm et un fil neutre de 3 mm. La perte de volts n'est que de 8 0/0 à pleine charge.

A Wurgen se trouvent trois sous-stations comprenant chacune un transformateur de 20 kilowatts, qui ramènent la tension à 110 volts.

Le réseau est assez compliqué. L'éclairage public et privé se fait par courants alternatifs simples, c'est-à-dire avec deux conducteurs seulement, tandis que les abonnés à la force motrice sont reliés par trois fils à l'une des sous-stations. L'éclairage public comporte des lampes à arc et des lampes à incandescence. Tout autour de Wurgen, dans un rayon de 2 km, se trouvent diverses fabriques qui reçoivent également le courant, mais directement de la ligne à haute tension ; elles ont chacune leur transformateur qui alimente soit des lampes, soit des moteurs de 5 à 50 chevaux. — E.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 137 12 Aout 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

ARC ET INCANDESCENCE

La lampe à incandescence, considérée comme la meilleure solution du problème de la division de la lumière, a été jusqu'ici très peu employée pour les gros foyers lumineux.

La préférence qu'on accorde généralement aux régulateurs est-elle bien fondée? Tous comptes faits, le prix de l'éclairage par les deux systèmes est-il si différent qu'on le croit généralement et tellement en faveur de l'arc qu'il faille rejeter l'incandescence sans discussion?

Un examen comparatif du prix de revient dans les deux cas nous permettrait de trancher la question d'une façon certaine. C'est le but que je me propose dans cet article.

Déterminons tout d'abord la puissance lumineuse des foyers à arc.

Nous ne nous occuperons que des arcs munis de globes diffuseurs, ce qui est le cas général.

Le tableau suivant, emprunté aux expériences faites par M. Rousseau à l'Exposition d'Anvers, nous donne la consommation de divers types de régulateurs en watts par bougie décimale. Nous admettons que l'absorption par les globes diffuseurs est de 30 0/0 environ, bien qu'elle atteigne parfois 70 0/0. L'intensité moyenne sphérique nous a servi de base dans nos calculs, et le nombre de watts consommés par bougie est déterminé pour les deux régimes de 70 et de 110 volts.

i	E_B	W_B	W^{110}_1	W^{70}_1	I	$I_{(1)}$	W^{110}_2	W^{70}_2
3	47	141	165	210	150	75	2.20	2.80
5	47	235	275	350	300	150	1.83	2.33
6	47	282	330	420	400	200	1.65	2.10
7	47	329	385	490	500	250	1.54	1.96
8	47	376	440	560	650	325	1.36	1.72
10	47	470	550	700	850	425	1.29	1.65
12	47	564	660	840	1000	500	1.32	1.68
14	47	658	770	980	1200	600	1.28	1.63
16	47	752	880	1120	1500	750	1.17	1.49
18	47	846	990	1260	1700	850	1.15	1.48
20	47	940	1100	1400	2000	1000	1.10	1.40

i. Intensité du courant en ampères.
E_B. Différence de potentiel aux bornes.
W_B. Watts absorbés aux bornes.
W^{110}_1. — — à 110 volts.
W^{70}_1. — — à 70 —
I. Intensité lumineuse moyenne sphérique.
I_1. — — réelle avec globe diffuseur.
W^{110}_2. Watts absorbés par bougie décimale à 110 volts.
W^{70}_2. — — — à 70 volts.

Nous pouvons maintenant aborder l'étude des prix de revient : nous commencerons par celui de l'éclairage à arc, qui présente une certaine complication.

Digitized by Google

Prix de revient de l'éclairage à arc

Pour simplifier cette étude et rendre le résultat plus général, divisons la dépense en plusieurs groupes : matière première, matériel, main-d'œuvre et courant, que nous allons examiner successivement.

MATIÈRE PREMIÈRE. — C'est le charbon qui est la seule matière première dépensée dans le régulateur ; nous avons calculé cette dépense par heure d'allumage pour des arcs fonctionnant à différentes intensités.

Intensité du courant en ampères :	3	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
Dépense en centimes par heure :	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,7	4,5

MATÉRIEL. — La dépense en matériel comprend l'amortissement, les réparations, la casse des globes, l'usure des rhéostats.

On peut admettre que cette dépense atteint en moyenne par an 30 0/0 du prix d'achat. En prenant comme prix moyen, tous les accessoires compris, 150 fr, la dépense journalière revient à 0,13 fr. La dépense horaire dépend donc du nombre d'heures d'allumage.

ÉNERGIE ÉLECTRIQUE. — La dépense d'énergie électrique est facile à évaluer ; mais cette dépense est très variable suivant les conditions de la production. Ainsi, dans les villes, l'hectowatt-heure se vend de 0,06 à 0,12 fr ; dans l'industrie, son prix de revient oscille entre 0,005 fr 0,03 fr. Il faut donc considérer plusieurs cas. Nous nous occuperons des quatre cas limite. Dans le tableau suivant la dépense horaire est indiquée en centimes dans chacun de ces quatre cas pour des régulateurs d'intensités diverses, dans les deux montages principaux à 110 et à 70 volts.

NOMBRE de BOUGIES	INTENSITÉ DE LA LAMPE en ampères	USINES PARTICULIÈRES				STATIONS CENTRALES			
		0.5		3.00		6.00		12.00	
		110 V.	70 V.	110 V.	70 V.	110 V.	70 V.	110 V.	70 V.
75	3	0.825	1.050	4.950	6.300	9.900	12.600	19.800	25.200
150	5	1.375	1.750	8.250	10.500	16.500	21.000	33.000	42.000
200	6	1.650	2.100	9.900	12.600	19.800	25.200	39.600	50.400
250	7	1.875	2.450	11.550	14.700	23.100	29.400	44.200	58.800
325	8	2.200	2.800	13.200	16.800	26.400	33.600	52.800	67.200
425	10	2.750	3.500	16.500	21.000	33.000	42.000	66.000	84.000
500	12	3.300	4.200	19.800	25.200	39.600	50.400	79.200	100.800
600	14	3.750	4.900	23.100	29.400	46.200	58.800	92.400	117.600
750	16	4.400	5.600	26.400	33.600	52.800	67.200	105.600	134.400
850	18	4.750	6.300	29.700	37.800	59.400	75.600	118.800	151.200
1000	20	5.500	7.000	33.000	42.000	66.000	84.000	132.000	168.000

MAIN-D'ŒUVRE. — Cette dépense, qui est loin d'être négligeable et qui constitue même un état d'infériorité pour l'arc, est assez difficile à déterminer. Elle est, en outre, très différente d'une installation à une autre, étant facteur à la fois de l'importance de l'installation et de sa topographie en quelque sorte, du prix de la main-d'œuvre, du nombre d'heures d'allumage, du genre d'exploitation que l'on considère.

Tout d'abord, deux grandes divisions s'imposent pour l'évaluation de cette dépense :

1° Installations d'éclairage d'usine où l'éclairage n'est qu'un accessoire.

2° Installations d'éclairage de villes qui constituent une industrie spéciale : les stations centrales.

1° USINES. — Dans ce cas, quelle que soit l'importance de l'éclairage, l'usine doit posséder un ou plusieurs ouvriers spéciaux pour surveiller la marche des régulateurs, les entretenir, poser les charbons. Ce n'est pas le chauffeur mécanicien qui peut être chargé de ce

Digitized by Google

soin, tandis qu'il peut très bien surveiller la dynamo qui fournit le courant; autrement dit, le personnel électricien est bien spécialement affecté aux régulateurs. Dans ces conditions, il est bien évident que le prix de la main-d'œuvre sera fonction du nombre des régulateurs en service. Ce prix varie donc pour ainsi dire d'un cas à un autre. Cependant, en estimant à une heure de travail le temps que nécessite le remplacement des charbons, le nettoyage du régulateur, le décrochage et nettoyage du globe, compris le déplacement et la surveillance en marche, on est bien près de la vérité dans la majeure partie des cas. Si, d'autre part, on compte sur une durée moyenne d'allumage de six heures, la main-d'œuvre ressort à 0,10 fr l'heure d'éclairage.

2° Stations centrales. — Ici le nombre des régulateurs alimentés est plus grand; le courant doit être plus régulier que dans le cas précédent, la surveillance est donc moins pénible; mais, d'un autre côté, l'entretien doit être fait avec plus de soin : je crois donc qu'on peut estimer à une demi-heure de travail (compris déplacements) le temps passé par régulateur. L'heure d'éclairage revient donc, dans ce cas, à 0,05 fr.

C'est en nous plaçant dans des conditions normales que nous avons pu admettre comme prix de la main-d'œuvre d'entretien 0,10 et 0,05 centimes l'heure d'éclairage ; nous n'avons pas considéré les cas nombreux où le fonctionnement des régulateurs devient tout à fait défectueux. Une marche très irrégulière des dynamos, l'air saturé d'humidité, les vapeurs acides, une poussière intense, de grandes trépidations, les courants d'air violents sont autant de causes qui entravent le bon fonctionnement des régulateurs, occasionnent des réparations incessantes et rendent leur emploi extrêmement pénible et coûteux.

NOMBRE DE BOUGIES	PRIX DE LA LAMPE	USINES PARTICULIÈRES										STATIONS CENTRALES									
		0.5				3.00				6.00				12.00							
		2	2 1/2	3	4	2	2 1/2	3	4	2	2 1/2	3	4	2	2 1/2	3	4				
100	5	3.25	2.30	2.60	10	9.5	10	12.6	16	17	19	24.6	28	32	37	48.6					
150	6.2	4.25	3.45	3.70	13.7	13.65	14.7	18.4	22.7	24.9	28.2	36.7	40.7	47.4	55.2	72.7					
200	7.3	5.4	4.3	4.80	17.3	17.6	19.3	24.8	29.3	32.6	37.3	48.8	53.3	62.6	73.3	96.8					
250	9.1	6.73	5.45	6	21.6	22.05	24.2	31	36.6	40.8	46.7	61	66.6	78.3	91.7	121					
300	9.6	7.05	6.2	7	24.6	25.8	28.7	37	43.6	51.6	55.7	73	78.6	93.3	109.7	145					
400	12.	9	8	9.2	32	34	38	49.2	56	64	74	97.2	104	128	146	193.2					
500	14.3	10.85	9.8	11.4	39.3	42.1	47.3	61.4	69	79.6	92.3	121.4	129.3	159.3	182.3	241.4					
600	16.7	12.9	11.7	13.6	46.7	50.4	56.7	73.6	82.7	95.4	110.7	145.6	154.7	190.7	218.7	289.6					
700	19.3	15.35	13.8	16	54.3	59.1	66.3	86	96.3	111.6	129.3	170	180.3	222.3	255.3	338					
800	24.7	18.4	16.2	18.5	64.7	68.4	76.2	98.5	112.7	128.4	148.2	194.5	208.7	256.7	292.2	396.5					
1000	33.3	24.1	20.8	23.5	83	86.6	100.8	123.5	143.3	161.6	185.8	243.5	263.3	323.3	365.8	483.5					

Prix de revient de l'éclairage à incandescence

Ce prix de revient est bien plus simple à déterminer que le précédent. Il se compose seulement du prix de l'énergie électrique dépensée et de l'amortissement du prix de la lampe. Nous allons l'évaluer dans les quatre cas particuliers correspondant aux consom-

Digitized by Google

mations initiales de 2, 2 1/2, 3 et 4 watts par bougie décimale. Nous considérerons comme durée des lampes le temps pendant lequel leur intensité lumineuse reste pratiquement constante.

Pour les lampes de 2 watts, nous admettons que cette durée est d'environ 150 heures; pour celles de 2 1/2 watts, de 300 heures, pour celles de 3 watts, de 600 heures, et pour celles de 4 watts, de 1 000 heures.

Le tableau ci-dessus donne le coût horaire de l'éclairage (amortissement compris) pour des lampes de différentes puissances lumineuses marchant aux wattages indiqués ci-dessus, dans les quatre cas du prix de l'énergie électrique que nous avons admis précédemment.

Comparaison entre les prix de revient des deux genres d'éclairage

Nous avons admis quatre cas limite pour le prix de l'énergie électrique, il nous faut donc faire la comparaison dans chacun de ces cas.

Le tableau ci-dessous nous permet de nous rendre compte immédiatement du mode d'éclairage le plus approprié à chaque cas particulier,

NOMBRE de BOUGIES	HECTOWATT A 0,5			HECTOWATT A 3 c.			HECTOWATT A 6 c.			HECTOWATT A 12 c.		
	Incandescence	ARC		Incandescence	ARC		Incandescence	ARC		Incandescence	ARC	
		110 V	70 V		110 V	70 V		110 V	70 V		110 V	70 V
100	2.50	13.085	14.110	9.5	18.21	19.56	16.00	18.16	20.86	28.00	28.06	33.46
150	3.45	14.735	15.110	13.65	21.61	23.86	22.7	24.86	29.36	40.7	41.36	50.36
200	4.30	15.210	15.660	17.6	23.46	26.16	29.3	28.36	33.76	53.3	48.16	58.96
250	5.45	15.535	16.110	22.05	25.21	28.36	36.6	31.76	38.06	66.6	54.86	67.46
300	6.20	16.160	16.760	25.6	27.16	30.76	42.6	35.56	42.56	78.6	61.76	76.16
400	8.00	17.110	17.860	34.00	30.86	35.36	56.00	42.36	51.36	104.00	75.36	93.36
500	9.80	17.960	18.860	42.1	34.46	39.86	69.00	49.26	60.05	129.3	88.86	110.46
600	11.70	18.810	19.960	50.4	38.16	44.46	82.7	56.26	68.86	154.7	102.46	127.66
700	13.80	19.760	20.960	59.1	41.76	48.96	96.3	61.16	77.56	180.3	115.96	144.76
800	16.20	20.610	22.160	68.4	45.56	53.66	112.7	70.26	86.46	208.7	129.66	162.06
1.000	20.80	22 160	23.660	86.6	49.66	58.66	143.3	77.66	95.66	263.3	143.66	179.66

Premier cas. — Le prix de l'unité d'énergie est de 0,005 fr ; il s'agit d'usines mues par la force hydraulique ou situées à proximité des mines de charbon. Dans ce cas, nous voyons que la lampe à incandescence la plus avantageuse à employer n'est pas celle dont la consommation est la plus faible, mais bien celle de 3 watts. Pour toutes les puissances lumineuses considérées, le coût de l'incandescence est inférieur à celui de l'arc. Il n'est donc pas nécessaire dans ce cas d'invoquer les irrégularités de l'éclairage par arc pour faire rejeter son emploi.

Deuxième cas. — Quand l'énergie électrique revient à 0,03 fr, l'avantage de l'incandescence n'apparaît plus immédiatement au-delà de 400 bougies, et l'on peut employer indifféremment la lampe de 2 watts ou celle de 2,5 watts. Mais, comme on n'emploie guère couramment de régulateur de puissance lumineuse supérieure, on peut dire ici encore, sans avoir recours à d'autres raisons, que l'incandescence est indiquée.

En résumé, dans les usines, l'éclairage par incandescence présente donc une supériorité au point de vue du coût de l'éclairage. Si l'on y joint les avantages considérables que procure son emploi, la plus grande sécurité de marche, la plus grande régularité d'éclairage, le plus de simplicité de l'installation, par suite le moins de chances de dérangements, la sécurité absolue au point de vue de l'incendie qu'on n'a pas avec l'arc, tant à

Digitized by Google

cause des projections de charbons que par l'échauffement des rhéostats, on voit que, même pour les foyers les plus intenses, l'incandescence s'impose.

Troisième cas. — Pour les stations centrales où le prix de l'hectowatt est peu élevé, l'incandescence peut être employée avantageusement jusqu'à 300 bougies, si l'on s'en tient à l'inspection du tableau ; mais il est bien évident que dans certains cas, quand la surveillance des régulateurs est rendue difficile par une cause quelconque, on aura intérêt encore à prendre l'incandescence au-delà même de 300 bougies.

Quatrième cas. — Dans ce cas, comme dans le précédent, c'est la lampe à incandescence de 2 watts qu'il faut employer. On n'a plus intérêt ici à remplacer l'arc par l'incandescence que pour les faibles foyers ; mais il faut bien dire que les arcs employés couramment dans les villes ne dépassent guère le type de 5 ampères, soit environ 150 bougies, et précisément pour ces intensités le prix des deux éclairages est le même.

Dans les villes, l'incandescence peut donc remplacer avantageusement l'arc dans tous les cas où il ne s'agit pas de produire de très gros foyers lumineux.

Il est bien certain que le consommateur d'énergie électrique ne tardera pas à s'apercevoir de ces avantages, et en fait bon nombre d'industriels se préoccupent déjà de remplacer leurs régulateurs par des lampes à incandescence, persuadés qu'ils sont que la nouvelle solution répondra mieux à leurs besoins.

A. Bainville.

LES MOYENS DE DIMINUER LES ÉTINCELLES AUX BALAIS DES MACHINES DYNAMOS A COURANTS CONTINUS

(*suite* [1])

Influence de l'enroulement. — Le choix d'un enroulement n'est pas indifférent au point de vue des étincelles, et c'est cette dernière considération qui devrait y présider ; car au point de vue de la production de l'énergie les divers enroulements se valent.

Considérons d'abord les machines bipolaires : pour celles-là nous avons le choix entre l'enroulement en tambour et l'enroulement en anneau.

J'ai déjà proposé plus haut de considérer la propension aux étincelles comme proportionnelle au changement du flux qui traverse les spires de la bobine mise en court-circuit, lorsque le courant varie d'une fraction déterminée du courant i_n de la section, par exemple lorsque ce courant se trouve renversé et porté de i_n à $-i_n$.

Comparons maintenant les deux enroulements.

Soient F le flux magnétique normal de la dynamo, N le nombre de sections sur l'induit, et n le nombre de spires par section avec l'enroulement en tambour.

Dans les petites machines, en général, ce sont les considérations mécaniques qui limitent le nombre de lames du commutateur et, par conséquent, celui des sections sur l'induit.

Nous supposons donc le même nombre de sections pour les deux enroulements :

Soit encore I le courant qui traverse l'induit au moment considéré.

Dans ces conditions, on remarquera d'abord qu'une spire entoure le flux complet F dans le cas du tambour, et le flux $\frac{F}{2}$ dans le cas de l'anneau ; et que le nombre de spires par section est deux fois plus grand pour l'anneau que pour l'enroulement et tambour.

[1] Voir n° 135, page 65.

Digitized by Google

Lorsque le courant change brusquement de sens dans la section sous les balais, c'est-à-dire passe de $\frac{I}{2}$ à $-\frac{I}{2}$ le changement de flux traversant le circuit est pour l'enroulement en tambour :

$$\alpha . F . I . n^2,$$

où α est un facteur dépendant de la forme de la caractéristique du point considéré. Exactement α est égal à la longueur de la sous-tangente exprimée en ampères-tour, et menée à la caractéristique au point où la machine travaille normalement. Il est facile de relever cette valeur sur la caractéristique donnée pour chaque machine.

Pour l'enroulement en anneau nous aurions pour la même expression :

$$\alpha . \frac{F}{2} . I . (2n)^2 = 2\alpha F I n^2$$

le nombre de spires par section étant deux fois plus grand.

Nous voyons donc que, toutes choses égales d'ailleurs, la propension aux étincelles est deux fois plus grande pour l'enroulement en anneau que pour l'enroulement en tambour, à égalité de sections au collecteur, c'est-à-dire pour les petites machines.

Lorsque les dimensions de la machine augmentent, c'est le contraire qui se produit ; il arrive, en effet, un moment où on n'a plus qu'une spire par section ; et si les dimensions de la machine et, par conséquent, le flux magnétique augmentent encore, il faut diminuer le nombre de sections.

Pour les machines à électrolyse de 20 à 30 volts, on arrive très rapidement à cet état, même pour les machines de faible puissance.

C'est le voltage qui fixe ici le nombre de sections que l'on doit avoir pour arriver au voltage demandé, ce ne sont plus les considérations mécaniques, et nous voyons que pour le même voltage, nous aurions deux fois plus de sections avec l'enroulement en anneau qu'avec celui en tambour, et pour la variation du courant de $\frac{I}{2}$ à $-\frac{I}{2}$ dans la section sous les balais la variation de flux dans son circuit sera :

Pour le tambour :

$$\alpha F I$$

Et pour l'anneau :

$$\alpha \frac{F}{2} I$$

La propension aux étincelles sera donc deux fois plus faible pour l'anneau que pour le tambour.

Pour les grosses machines bipolaires ce sont les considérations de voltage qui limitent le nombre de sections sur l'induit, l'enroulement en anneau sera préférable à celui à en tambour parce que l'on pourra lui donner deux fois plus de sections.

Considérons maintenant les machines à 4 pôles : nous avons ici le choix entre plusieurs enroulements.

1° L'enroulement en anneau simple avec les pôles réunis en quantité avec 4 balais au collecteur, ou bien deux balais seulement et un connecteur ;

2° L'enroulement à anneau en série, c'est-à-dire en connectant en série les sections placées semblablement sous les pôles de même nom ; cet enroulement peut s'employer sans connecteur (disposition Fritsche) ;

3° L'enroulement en tambour avec les pôles en quantité (Thury) ;

4° L'enroulement en tambour en série Fritsche Thomson, etc.

Comme pour les machines bipolaires, nous avons à distinguer ici plusieurs cas.

D'abord les petites machines où il y a plusieurs spires par section, et les grosses où il n'y a qu'une spire par section, le nombre de sections se trouvant limité par le voltage à obtenir.

Digitized by Google

La propension aux étincelles, c'est-à-dire le changement de flux traversant le circuit d'une section mise en court-circuit par les balais, lorsque le courant y change de sens, est dans le premier cas :

Pour l'enroulement en tambour avec pôles en quantité, I étant le courant traversant l'induit, n le nombre de spires par sections et F le flux dans chaque pôle :

$$\alpha F . \frac{I}{2} n^2$$

Avec l'enroulement en série il y aura deux fois moins de spires par section, mais chaque section embrassera un flux double et le courant qui y circulera sera deux fois plus fort; aussi nous aurons donc :

$$\alpha 2F.I. \left(\frac{n}{2}\right)^2 = \alpha F \frac{I}{2} n^2.$$

Au point de vue des étincelles les deux enroulements sont égaux.

Pour l'anneau nous aurons deux fois plus de spires par sections; la propension aux étincelles sera donc exprimée par l'expression :

$$\alpha \, FIn^2.$$

Aussi bien pour l'enroulement en série que pour celui en dérivation, elle sera donc deux fois plus grande que pour l'enroulement à tambour.

Pour les grosses machines où on ne peut mettre qu'une seule spire par section, nous aurons deux fois plus de sections dans l'enroulement en anneau que dans celui en tambour et deux fois plus dans l'enroulement en quantité que dans l'enroulement en série.

Pour fixer les idées, j'ai calculé pour quelques machines construites chez M. Postel-Vinay, et marchant remarquablement bien les valeurs numériques données par la formule, j'ai trouvé en déterminant pour chaque machine α d'après la caractéristique.

Pour une machine de 110 volts 10 ampères avec un flux de 640 000 et 9 spires par section, enroulement en tambour, $\alpha = 4\,000$:

129 600 ;

Pour une machine de 8 800 watts 110 volts avec $F = 2\,700\,000$, 2 spires par section, enroulement en tambour et $\alpha = 8\,000$:

108 000 ;

Pour une machine de 20 000 watts 120 volts, $F = 5\,000\,000$, 1 spire par section, enroulement en tambour et $\alpha = 12\,000$:

75 000;

Pour une machine de 30 000 watts à 4 pôles 120 volts, $F = 5\,000\,000$ par inducteur, 1 spire par section, enroulement en tambour, les pôles en quantité et $\alpha = 10\,000$:

68 000.

Ces chiffres sont très bas ; d'ordinaire on en trouve de beaucoup plus élevés. Mais on remarque que ces chiffres sont bien tous du même ordre de grandeur; ils varient bien moins entre eux que les puissances des machines.

Ce chiffre est plus élevé pour la petite machine de 1 100 watts, et, en effet, c'est bien celle-là dont le réglage est le plus délicat; tandis que pour les grandes machines de 20 000 watts, par exemple, on peut faire varier la charge de 50 0/0 brusquement sans que les étincelles apparaissent.

(*à suivre.*) W.-C. RECHNIEWSKI.

ERRATA. — Dans l'article précédent, il s'est glissé quelques erreurs d'impression, que nous nous empressons de rectifier :

Page 67, 1re ligne, lire : il est avantageux de rendre cette réaction de l'induit aussi FAIBLE.... *au lieu de :* aussi facile.

Page 68, 1re ligne, lire : fig. 5) ou *a* représente... *au lieu de :* fig. 5. Or *a*...

Page 68, 5e ligne, lire : le changement ΔF du flux est bien... *au lieu de :* le changement ΔF dans le plan est bien...

Page 68, 9e ligne, lire : la variation de flux ΔF qui provoque... ajouter : *qui* après ΔF.

Digitized by Google

LES DANGERS D'INCENDIE PAR L'ÉLECTRICITÉ

Les grands désastres émeuvent, les catastrophes laissent l'esprit humain atterré, l'âme des foules s'affole, clamant sa désespérance. A cet instant psychologique, jetez dans la multitude un mot, une idée, quelles qu'en soient la signification ou la justesse, elle s'en empare, s'y accroche sans possibilité aucune de réflexion, et en assure la fortune. Beau sujet de méditations lentes pour les hommes heureux, qui ont choisi l'excellent métier de philosophes. Nous personnellement, toute classification se refuse à nous ranger dans la catégorie de ces êtres de distinction, attendu que nous ne sommes pas philosophe et que nous n'exerçons guère un excellent métier. Nos pensées s'orienteront différemment, par conséquent.

Rappelez-vous le sinistre de l'Opéra-Comique qui amena sa destruction complète et entraîna la mort de plusieurs personnes. Le lendemain de l'incendie, sous l'empire de l'émoi universel tout chaud encore, les organes de l'opinion publique furent unanimes à réclamer impérieusement la substitution de l'électricité au gaz, dans les théâtres et toutes les salles de spectacle.

La protection contre tout sinistre ultérieur, la panacée impeccable, gisaient dans cette mesure radicale, qui, du reste, ne tarda pas à être rigoureusement imposée. On ne se préoccupa pas si le remède prescrit était complet, absolument infaillible. Sur la créance de certaines assertions, l'électricité ne donnait pas lieu à des risques d'incendie ; c'était, par conséquent, cet agent d'éclairage qu'il fallait adopter. Sans contredit, l'emploi de l'électricité offre moins de danger d'incendie, beaucoup moins même, que le gaz ; mais il est inexact et il serait dangereux de croire qu'il n'en crée pas du tout.

Oh ! nous n'allons pas jusqu'à dire, comme l'a déclaré un de nos honorables conseillers municipaux, que des explosions sont causées par les courants alternatifs. Du val où nous écrivons ces lignes, nous avons accueilli cette boutade comme une des gaietés de l'époque. Les temps sont pleins d'ennuis, les consolations sont rares, on les prend comme elles viennent.

Retenons bien ce fait :

L'électricité est toujours et partout convertible en chaleur, pendant son passage en un milieu offrant de la résistance à sa propagation. La quantité de chaleur développée est directement dépendante de l'intensité du courant qui passe, et de la résistance à vaincre. Le courant le plus faible traversant le meilleur fil conducteur possible, en élève la température. Du moment qu'il y a élévation de température par l'électricité, existe aussi l'éventualité d'incendie déterminée par son introduction dans nos habitations. D'une façon générale, ces causes d'incendie peuvent être divisées en deux classes :

a) Celles provenant d'une quantité inadmissible de courant, produisant un échauffement des fils mêmes ;

b) Celles qui sont dues à des fuites de courant résultant d'un isolement défectueux. Le premier enseignement à tirer de l'énonciation de ces causes consiste à établir judicieusement le système de canalisation pour les éviter.

La première préoccupation de l'électricien, dans l'étude de l'établissement de ses circuits, se porte sur la perte d'énergie occasionnée par le passage du courant dans les conducteurs, et il s'efforce de limiter les dépenses en cuivre et en matières d'isolement. On a admis une règle assez grossière en restreignant la densité du courant à 1,5 ampères par millimètre carré. La chaleur engendrée dans la masse du fil rayonne par sa surface qui, dans un conducteur cylindrique, varie comme le diamètre, tandis que la section varie comme le carré de cette dimension. La règle susmentionnée convient suffisamment pour

Digitized by Google

des fils de faible section. Les recherches de Kennely et de Forbes ont permis de déduire des formules, au moyen desquelles il est possible, dans toutes les circonstances, d'assigner aux fils une section proportionnée à tout accroissement défini de température.

Il arrive que, dans les circuits les mieux proportionnés, une augmentation dangereuse de température se produise; elle est généralement due à la résistance anormale d'un joint défectueux. Les courts-circuits accidentels, qu'ils naissent par suite de l'affaiblissement de la couche isolante ou par quelque circonstance d'ordre mécanique qui amène les deux fils d'un circuit en contact, sont aussi des causes d'élévation considérable de température. L'emploi convenable des fils fusibles conjure, dans une certaine mesure, les conséquences désastreuses de tels accidents. En réalité, ces fils de sûreté constituent le plus important élément de protection contre le feu dans toute installation électrique; mais il est indispensable d'apporter le plus grand soin à déterminer leur emplacement, et il faut soigneusement les entretenir en bon état. Nous avons fréquemment été frappé de la négligence et de l'insouciance dédaigneuse, que les ouvriers monteurs montrent à l'égard de ces précautions si nécessaires à prendre. Les fils fusibles sont aptes à prévenir certains accidents, mais ils n'accomplissent pas toujours leur mission. Un bon isolement est le moyen d'éloigner tous ces dangers; assurer à une installation une résistance suffisante à l'isolement devient un besoin impérieux pour sa sécurité. Il ne faut pas simplement considérer une installation au début de son fonctionnement, il est nécessaire surtout de la maintenir en parfait état d'isolement pendant son fonctionnement.

Une bonne méthode de canalisation, quand la destination propre des bâtiments le permet, consiste à poser les fils en pleine vue sur isolateurs en porcelaine, les éloignant de tout contact avec les boiseries ou les parois environnantes. Toutefois, comme dans certains établissements tels que filatures, tissages, etc., des fibrilles de matières textiles flottent continuellement dans l'air, et viennent, attirées électriquement, adhérer aux fils; ils ne tardent pas à se recouvrir d'une véritable chape crêpelue qui à la longue peut créer quelque danger; il est prudent de les en débarrasser par de fréquents nettoyages.

Dans les endroits où les fils doivent nécessairement disparaître à la vue, un excellent procédé consiste à insérer les conducteurs préalablement isolés dans des tubes de plomb ou en carton asphalté du système Bergmann, par exemple. Ces tuyaux sont noyés dans le plâtre des murs. Toute bâtisse nouvelle devrait comporter un réseau complet de tuyaux de ce genre par où passeront ultérieurement les fils conducteurs de l'électricité.

La pose des fils sous moulures est, au point de vue de sécurité, moins en faveur que le système de tuyaux en matière isolante enrobés dans le plâtre des murailles, et aboutissant à des boîtes de jonction, par lesquels les fils peuvent être tirés dans les tubes. Ce dernier système de canalisation est, sans doute, le plus satisfaisant et celui qui réunit le plus de conditions de sécurité, en même temps qu'il se prête avec beaucoup de souplesse à la décoration murale. Quelle que soit la matière qui constitue le tuyau, il est bon cependant de la choisir telle qu'elle résiste aux coups, chocs, et à la pénétration des clous qui seraient éventuellement enfoncés dans les parois.

D'une façon générale, on est autorisé à déclarer qu'une maison ainsi garnie de tubes en matière isolante, pourvue de fils fusibles judicieusement établis et soigneusement entretenus présente toute garantie de protection contre l'incendie, en ce qui concerne, seulement et bien entendu, l'installation électrique.

Les statistiques des compagnies d'assurance nous fournissent quelques données utiles à consulter sur la quantité et les causes d'incendie. M. Frédéric Perrine nous apprend que de 1884 à 1889 il y a eu 12 935 cas d'incendie dans l'état de Massachusetts. Sur ce nombre, 42 sont dus à l'électricité, à peine un demi pour cent. Tandis qu'en 1887 il y en avait 14 d'origine électrique, on n'en compte plus que 7 en 1889, bien que l'extension des installations fût plus considérable.

**

Digitized by Google

Sous ce rapport, il est assez intéressant de relever les autres causes de déclaration d'incendie :

Inflammation et explosion d'huile de créosote	947
Emploi imprudent des allumettes	437
Rideaux ou autres objets exposés à la flamme du gaz ou de la bougie.	224
Feux allumés en dégelant des tuyaux d'eau	89
Vêtements séchant près du poêle	64
Ébullition de matières grasses	43
Bouts de cigares jetés dans des crachoirs en bois	41
Incendies causés par des fumeurs dans leur lit	34

Ce tableau nous offre des exemples de nombreux et variés sinistres amenés par les causes les plus communes.

En résumé, si l'emploi de l'électricité n'exclut pas absolument toute chance d'incendie, il n'est pas téméraire de déclarer que les risques peuvent être circonscrits dans des limites très étroites, à la condition que l'installation en soit soigneusement exécutée et surveillée.

Nous entendons par installation parfaite celle pour laquelle les conducteurs ont une section de cuivre judicieusement proportionnée à l'intensité normale de courant qui la traverse, sans échauffement appréciable; où des fils fusibles convenablement choisis et calculés sont placés à tous les branchements pour les couper chaque fois que l'intensité du courant s'élève dangereusement au-dessus de la normale, dans laquelle non seulement l'isolement du fil est à l'épreuve de l'eau, mais où ses supports sont incombustibles et disposés de façon à éloigner le conducteur de tout contact avec des matières combustibles. En outre, et par-dessus tout, il faut que l'installation soit soumise à un service de nettoyage, d'essais et d'inspection qui aura pour objectif de la maintenir, pour toute sa durée, dans la situation jugée bonne au début.

Em. Dieudonné.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, le 1er août 1893.

L'électricité et les signaux maritimes. — La question des applications de l'électricité à la navigation a tenu une place importante dans les discussions du Congrès maritime international dont les séances ont eu lieu les 19, 20, 21 et 22 juillet, dans les salles de l'Institution des Ingénieurs civils, à Londres. Dans la séance d'ouverture, à laquelle ont pris part environ deux cents délégués anglais et étrangers et, en particulier, les représentants de la Prusse, de l'Espagne, de la Belgique, des États-Unis, du Portugal et de la Hollande, lord Brassey, le président, a lu une adresse, où il a fait ressortir les grands progrès accomplis dans la construction des ports et dans l'éclairage des côtes.

Le président du « Board of Trade », M. Mundella, et le lord maire de Londres, Sir Stuart Knill, ont souhaité la bienvenue aux délégués étrangers, puis les quatre sections ont commencé leurs travaux, poursuivis de séance en séance; les membres ont ensuite visité divers ports, docks, etc., dans le Royaume-Uni. Nous ne parlerons ici que des travaux discutés dans la quatrième section et traitant de l'application de l'électricité à l'éclairage des phares et des côtes.

Les secrétaires de la quatrième section étaient MM. Blondel et Ribière pour la France, et MM. Douglas et J. Kenward.

M. Ribière a presenté un travail « sur les signaux à air comprimé », et M. Kenward un Mémoire « sur les feux de bord et les collisions ». Ce dernier recommande d'augmenter la puissance de tous les feux, et d'adopter, pour les feux colorés de bâbord et de tribord, un illuminant tel, que son éclat ne soit pas affecté par les diverses colorations, afin d'obtenir des feux d'égale intensité.

Digitized by Google

De cette manière seulement, les trois feux d'un steamer ou les deux feux d'un voilier sont visibles à la plus grande distance possible et donnent toujours une indication exacte de la route suivie.

M. Kenward est d'opinion que l'électricité seule peut fournir cet illuminant idéal, et il a essayé avec succès une lampe à incandescence de 100 bougies pour les feux rouges et une lampe de 200 bougies pour les feux verts, en adoptant, dans ce dernier cas, la teinte verte étalon du « Board of Trade ».

Dans ces conditions, les feux ont sensiblement la même visibilité que le feu de mât. Ce système a été adopté en premier lieu pour le navire *Roslin-Castle* et modifié depuis.

M. *Blondel*, ingénieur des ponts et chaussées, qui n'a pu assister à la séance, a envoyé un Mémoire « sur les feux-éclairs et la perception physiologique des éclairs lumineux instantanés ». Il rappelle que les appareils désignés sous le nom de *feux-éclairs* étudiés par M. Bourdelles sont bien connus; ils sont décrits en détail dans le Mémoire sur les appareils de phares présentés par le Service central des phares de France à l'Exposition de Chicago. Ce nouveau type de lentilles permet de réaliser une puissance lumineuse inconnue jusqu'ici, sans obliger à augmenter l'intensité de la source.

Plusieurs ingénieurs ont déjà eu l'occasion de s'occuper des nouveaux procédés employés pour obtenir la rotation rapide sur un bain de mercure et des nouvelles lentilles simplifiées à quatre, deux ou un seul panneau.

Mais ce ne sont pas seulement les détails de construction qui sont intéressants, mais les principes physiologiques sur lesquels est basée leur action ; M. Blondel explique ensuite ces effets spéciaux.

Les nombreuses expériences faites par la Commission navale instituée en 1886 pour étudier la question des feux électriques ont montré que, pour obtenir de bons résultats, il fallait avoir au moins un éclair toutes les cinq secondes. C'est l'intervalle qui a été adopté par M. Bourdelles pour ses feux-éclairs.

M. Blondel ne pense pas que l'on puisse proportionner exactement l'étendue de la source lumineuse au diamètre des lentilles, car cette règle conduirait à l'emploi de charbons énormes. Les éclairs fournis par ces feux sont sensiblement uniformes, en sorte qu'on peut déterminer leur intensité apparente, d'après la loi de Bloch. Pour les feux de quatrième ordre, c'est-à-dire pour ceux qui correspondent à une distance focale de 0,30 m, on ne peut pas utiliser avec deux panneaux la lumière totale d'un arc de plus de 100 ampères. Pour les feux d'ordre supérieur, quatre panneaux seront plus que suffisants, et, comme la période des éclairs sera de beaucoup inférieure à la limite, rien n'empêchera d'augmenter le courant, l'excès de lumière produit étant complètement utilisé.

Il n'y a donc actuellement aucune impossibilité à établir des feux électriques à éclairs qui, au lieu de donner 8 000 000 de bougies pour un courant de 100 ampères, donnerait 30 000 000 ou 40 000 000 de bougies pour 400 ou 500 ampères.

L'auteur conclut par les propositions suivantes:

1° Une source donnée de lumière, utilisée par un système de lentilles peut fournir à chaque éclair une quantité de lumière qui ne dépend que de son intensité, du coefficient de concentration verticale de l'appareil, et de l'intervalle des éclairs, que des considérations pratiques fixent à cinq secondes;

2° Les feux électriques à éclairs permettent de réaliser l'utilisation maximum à une distance quelconque ;

3° La portée que l'on peut obtenir avec ces feux n'est plus actuellement limitée par l'intensité lumineuse, mais par la hauteur des phares qui les supportent.

M. Bourdelles, inspecteur général des ponts et chaussées, a lu ensuite un Mémoire « sur la puissance lumineuse des appareils de phares ». Cette question de l'effet produit aux diverses distances par un phare sur l'œil du navigateur a déjà été étudiée maintes fois. En France, on admet que la puissance lumineuse d'un phare à une distance donnée est équivalente à celle du feu nu d'un certain nombre de bougies. Les expériences effectuées ont permis à M. Allard de donner des formules empiriques relatives aux divers types d'appareils employés par le Service des phares.

Si l'on tient compte de l'effet des brouillards, on trouve que deux feux d'égale puissance en temps clair, mais ayant des éclats intrinsèques différents, n'ont pas la même visibilité dans le brouillard.

En partant de ce point de vue, on doit donner la préférence à la lampe à arc sur la lampe à incandescence. De même, les brûleurs à huile sont supérieurs à ceux au gaz, mais ils sont inférieurs aux lampes électriques.

Pour la même raison, les appareils de faibles dimensions usités en France sont supérieurs aux appareils de second et troisième ordre employés à l'Étranger.

Digitized by Google

Il y a généralement avantage à concentrer le faisceau lumineux, et à réduire sa divergence soit dans le plan horizontal, soit dans un plan vertical. Il y a intérêt à augmenter l'éclat intrinsèque de la source. Or il résulte d'expériences récentes que l'éclat de l'arc électrique est constant et ne dépend pas de la nature des charbons ou de leurs dimensions; il en résulterait que, pour un appareil d'ordre donné; la puissance lumineuse serait indépendante des constantes de l'arc électrique employé. Les dimensions de la source et son intensité, ou l'énergie électrique dépensée, affecteraient seulement la divergence des faisceaux.

D'un autre côté, les mesures photométriques les plus précises faites en France sur la puissance lumineuse des phares contredisent ces conclusions, et prouvent à l'évidence que l'illumination varie, comme si l'éclat intrinsèque variait lui-même, comme cela a lieu pour les autres brûleurs.

Tant que cette anomalie n'est pas élucidée d'une manière satisfaisante, nous devons nous en tenir aux faits, et admettre, comme établi par l'expérience pratique, que les brûleurs électriques ne font pas exception à la règle générale.

M. *Douglass*, ingénieur du Trinity-House, a lu un Mémoire sur l'éclairage le plus efficace des estuaires et des rivières. Il recommande un système de balises portant des numéros facilement visibles pour le navigateur.

Ces balises devraient être éclairées soit par le gaz sous pression, soit par l'huile minérale. L'emploi de lampes à incandescence serait tout indiqué dans le voisinage d'usines centrales et, particulièrement, dans le cas où les services du port posséderaient leur propre usine.

Dans le port de New-York, on a fait usage de lampes de 100 bougies à trois filaments pour éclairer le canal de Gedney. Ces lampes sont placées sur des bouées distantes de 300 m. Cette question des ports intérieurs est, d'après l'auteur, une de celles qui ont le plus d'importance pour le commerce.

M. *Gatto* a étudié la question « des feux, signaux et sémaphores dans les ports italiens ». On emploie beaucoup en Italie les feux à éclairs du système Chance, au pétrole, et pour les bouées et signaux le système Pintsch au gaz sous pression. Il a été question récemment d'employer les lampes à incandescence à Naples. Jusqu'à présent, la seule application connue de ces lampes est celle qui a été réalisée en 1884 pour le récif de Las Puercas, dans la baie de Cadix. Le courant est fourni par deux batteries de six éléments Daniell, mais la lampe ne donne qu'une bougie.

Les autorités du port de Naples ont fait des expériences sur des lampes Swan de 12 volts donnant 3 bougies, qui ont été essayées dans un appareil du sixième ordre placé sur la jetée de San-Vincenzo.

Les essais ont été satisfaisants au point de vue purement optique; mais les frais d'entretien sont trop élevés pour en permettre l'application pratique.

L'auteur pense que les lampes électriques alimentées par piles ou accumulateurs ne présentent actuellement aucun avantage sur le système Pintsch. Dans certains cas, il est vrai, on pourrait alimenter les lampes au moyen de câbles reliés à la côte, mais le système serait coûteux, surtout à cause de la protection spéciale qu'il serait nécessaire de donner aux deux extrémités de ces câbles. L'expérience en Italie montre que le système au gaz comprimé est le meilleur à l'heure actuelle.

M. *André Blondel* a présenté un second travail sur les phares électriques, dans lequel il relate les expériences effectuées en France. Ce travail, très long, est, sans contredit, le plus important de ceux qui ont été discutés dans la quatrième section.

M. Blondel constate d'abord que les appareils électriques des phares qui utilisent l'arc voltaïque n'ont subi aucune modification durant de nombreuses années. La machine de Meritens, adoptée en 1881 pour le phare de Planier, est encore usitée dans la plupart des phares français et étrangers, où elle donne de bons résultats. Elle a été, néanmoins, fortement critiquée dans ces derniers temps, à cause de son prix élevé. On a souvent proposé de divers côtés d'employer des machines plus modernes et, en particulier, des machines à courant continu. En vue d'améliorer, si possible, son matériel, le Service des phares a chargé, en 1891, M. Bourdelles de faire des essais systématiques avec les deux sortes de machines.

Considérant les conditions spéciales de ce matériel, l'auteur fait remarquer que les génératrices, qui sont mues soit par des moteurs à vapeur, à air chaud, à pétrole ou au gaz Dawson, doivent être très robustes; leur vitesse ne doit pas dépasser 800 à 900 tours par minute. Les machines de Meritens marchent actuellement à une vitesse moitié moindre. Il faut pouvoir faire varier le courant de 1 à 4, suivant les conditions atmosphériques. En France, le courant varie entre 25 et 100 ampères.

Digitized by Google

En ce qui concerne les lampes à arc, la mise au foyer se fait par une vis qui agit sur les deux charbons à la fois, et le surveillant doit continuellement manœuvrer son régulateur, de manière à amener l'image de l'arc en un point déterminé.

La régulation automatique serait bien préférable ; mais les essais effectués ne sont pas satisfaisants.

M. Blondel expose ensuite les avantages inhérents aux deux sortes de courants. Les dynamos à courant continu sont suffisamment robustes, elles donnent une grande économie d'espace et sont beaucoup moins coûteuses que les machines Meritens. Mais, pour obtenir la stabilité de l'arc, il a fallu réduire beaucoup le rendement ; avec les courants de 25 et 50 ampères, l'utilisation n'a été que de 58 à 60 0/0 à cause des résistances insérées dans le circuit.

D'un autre côté, les alternateurs modernes sont aussi avantageux que les machines Meritens et moins coûteux ; on peut réaliser, dans les mêmes conditions, des rendements de 74 à 80 0/0. Il semblerait donc que ces alternateurs sont appelés à remplacer les machines Meritens, ce qui n'entraînerait aucune modification dans le reste du matériel. Il faut cependant ajouter que les machines à courant continu n'ont pas dit leur dernier mot ; il est probable qu'avec des machines spécialement étudiées on arriverait à une bonne stabilité avec un meilleur rendement. Voici les conclusions de l'auteur :

1° Les trois éléments d'un feu électrique : la machine, la lampe et l'appareil optique, forment un tout, et ils ne doivent pas être étudiés séparément ;

2° Pour réaliser un bon service, il faut que chaque installation comprenne deux machines identiques pouvant fournir chacune des courants de 25 et 50 ampères. L'emploi de courants supérieurs à 100 ampères ne serait pas justifié dans les appareils français à éclairs ;

3° La machine de Meritens est parfaitement appropriée à ce service et n'a que l'inconvénient d'un prix élevé ;

4° La construction d'un alternateur et d'une dynamo à courant continu capable de remplacer ces magnétos n'est pas aussi aisée que certains électriciens sont portés à le croire ;

5° Les essais faits jusqu'ici montrent cependant qu'il est possible de réaliser des alternateurs capables de remplacer avantageusement les magnétos, et permettent d'espérer que par un compoundage spécial il serait possible également d'obtenir des machines à courant continu jouissant des mêmes propriétés ;

6° Les résultats comparatifs obtenus avec les appareils optiques actuellement en usage indiquent une supériorité considérable en faveur des courants alternatifs au point de vue du rendement optique. Mais, comme ces appareils ne sont pas appropriés spécialement au courant continu, on peut admettre que l'on arriverait à une aussi bonne utilisation. Quoi qu'il en soit, les courants alternatifs présentent actuellement des avantages suffisants pour justifier la préférence qu'on leur a donnée.

M. *Stevenson*, ingénieur de la Commission des phares du Nord du Royaume-Uni, a traité des progrès dans la construction des phares.

Parlant des lampes électriques, il rappelle qu'elles ont été employées en premier lieu au phare de South Foreland, en 1858. C'était alors la lampe Duboscq. Depuis sont venues les lampes Staite, Serrin et Berjot. Il y a actuellement six phares électriques sur les côtes d'Angleterre et d'Écosse. De 1863 à 1885 on a établi huit phares électriques en France. Au point de vue de la pénétrabilité des rayons des diverses lampes dans le brouillard, M. Stevenson rappelle les expériences de M. Dixon au South Foreland en 1885 :

1° Les brûleurs à huile et à gaz sont également affectés par le brouillard ;

2° La lumière électrique est plus absorbée par la brume et le brouillard que la lumière de l'huile ou du gaz ; mais néanmoins, dans tous les temps et à toutes les distances, sa pénétration est supérieure.

M. *Gatto*, dans son travail sur « la comparaison des lampes à gaz et des lampes électriques dans les appareils optiques de grandes dimensions », attribue la supériorité au gaz ; mais cette opinion n'est pas établie sur des données pratiques bien solides, et la discussion a modifié les vues de l'auteur sur la valeur des brûleurs à arc. Comme nous l'avons dit, à la suite du Congrès des visites ont eu lieu à divers points intéressants des côtes du Royaume-Uni.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 juillet 1893

Sur les résidus de polarisation, par E. Bouty. — Pour définir les capacités de polarisation, on admet implicitement : 1° que, au moins au premier degré d'approximation, toute la quantité d'électricité qui traverse le circuit d'un voltamètre pendant la charge est employée à faire varier la polarisation et sera récupérée dans la décharge ; 2° qu'à une polarisation déterminée correspond une seule et unique valeur de la charge récupérable. On sait que ces hypothèses ne sont pas rigoureuses ; peut-être n'est-il pas inutile de montrer à quel point elles peuvent, dans certains cas, être éloignées de la réalité.

1. *Capacités apparentes pour la charge.* — La formule (1)

$$(1) \qquad p = \frac{I_0 t}{C(1 + Bt)}$$

établie antérieurement[1] par l'auteur pour représenter la polarisation p d'un voltamètre à électrodes de platine sous l'influence de courants constants d'intensité I_0 *négligeable*, continue à s'appliquer pour des valeurs sensibles de I_0 et fournit des valeurs de C invariables ; mais B croît linéairement avec I_0.

$$(2) \qquad B = \beta + \gamma I_0 ;$$

on a donc, dans des limites très larges,

$$(1\ bis) \qquad p = \frac{I_0 t}{C(1 + \beta t + \gamma I_0 t)} = \frac{Q}{C(1 + \beta t + \gamma Q)},$$

en désignant par Q la quantité totale d'électricité qui a traversé le circuit (sous forme de courant constant).

La formule (1 *bis*) indique une valeur maximum de la polarisation

$$(3) \qquad P = \frac{1}{C\gamma},$$

correspondant au passage d'une quantité d'électricité infinie dans le circuit.

D'une manière générale la capacité apparente $\frac{Q}{p}$ est

$$(4) \qquad \frac{Q}{p} = \frac{C(1 + \beta t)}{1 - pC\gamma} ;$$

et pour chaque valeur donnée soit de p, soit de t, elle possède une infinité de valeurs différentes, et peut devenir supérieure à toute quantité donnée.

2. *Capacités efficaces pour la décharge.* — Soient p la polarisation atteinte au bout d'un temps de charge t ; p_1, p_2, ... p_n les polarisations qui subsistent après une décharge de 1, 2, ..., n secondes à travers une résistance R. Posant :

$$(5) \qquad n_n = \frac{p_{n-1} - p_n}{\frac{p_{n-1} + p_n}{2}}$$

et soit C_n la capacité *efficace* du voltamètre pendant la $n^{ième}$ seconde (c'est-à-dire celle qui correspond à la quantité d'électricité débitée à travers R) ; on démontre aisément que

$$C_n = \frac{1}{R n_n}.$$

Or l'expérience établit :

1° Que, pour une valeur donnée de t, C_1 paraît indépendant de p ;

2° Que, pour une valeur donnée de p, C_1 est d'autant plus grand que la durée t de charge a été plus grande ;

3° Que les capacités efficaces croissent de C_1 à C_n, c'est-à-dire croissent à mesure que la polarisation décroît, contrairement à ce qui avait lieu pour les capacités apparentes de charge.

Toutes ces variations sont considérables. Elles subsistent quelque faibles que soient p ou t. Il faut en conclure que *la notion de capacité de polarisation ne peut avoir de sens bien défini que pour des valeurs nulles de p et de t* (*capacité initiale*).

3. *Quantité d'électricité récupérable.* — Si la durée de charge d'électrodes de platine placées dans un sel neutre (chlorure de sodium, par exemple) ne dépasse pas une dizaine de secondes, et que p ne dépasse pas $0^{volt},2$; si, de plus, on emploie pour la décharge un circuit de résistance médiocre, la quantité d'électricité

$$Q' = \frac{1}{R}\int p_n a t,$$

restituée pendant la décharge, se confond, au degré d'approximation des mesures, avec la quantité Q fournie pendant la charge ; et puisque la capacité efficace croît de C_1 à C_n au lieu de demeurer constante, il faut nécessairement qu'une partie notable de la charge soit passée à l'état de

[1] *Électricien*, 2e série, tome V, pages 269, 272 et 434.

Digitized by Google

résidus (récupérables, mais non entièrement disponibles pour la décharge instantanée). C'est le phénomène connu depuis longtemps sous le nom de *pénétration de la polarisation.*

M. Berthelot [1] a démontré que le platine est susceptible de former des combinaisons aux dépens des éléments de l'eau acidulée ou des sels, avec une très faible consommation d'énergie. Il est probable que le mécanisme des résidus de polarisation consiste précisément dans la production ou la destruction de tels composés qui commenceraient déjà à se produire pour des polarisations négligeables. En ce cas, on doit comparer une électrode polarisée non à un condensateur parfait, mais à un condensateur portant en dérivation une sorte d'accumulateur.

Si l'on ajoute au sel neutre, baignant les électrodes de platine, des quantités q croissantes de chlorure de platine, la quantité Q' d'électricité récupérable cesse d'être égale à Q, et tend vers zéro lorsque q croît indéfiniment. La capacité apparente de charge $\frac{Q}{p}$ croît indéfiniment avec q, *et il en est de même de la capacité initiale* C [formule (1)]. Au contraire, *la capacité efficace pour la décharge ne varie pas sensiblement.* Une partie de plus en plus notable du courant de charge traverse donc le voltamètre sans contribuer ni à l'accroissement de la polarisation, ni à la formation des résidus. Dans ce cas, il faut comparer l'électrode à un condensateur parfait, portant à la fois en dérivation un accumulateur et une résistance impolarisable.

De telles complications imposent de la prudence pour l'interprétation théorique et la discussion des résultats relatifs *même aux capacités initiales de polarisation.*

Perfectionnement des moyens de transmission de l'effort mécanique

En imaginant ces moyens, M. Th. Edison a eu en vue de transmettre des forces considérables sous de grandes vitesses, sans faire usage de roues dentées qui font entendre un bruit insupportable et qui ne sont pas, au surplus, applicables à tous les cas qu'on rencontre dans la pratique. Il a eu recours pour cela à l'adhérence magnétique. Ce procédé est vieux déjà ; on sait le parti qu'en avait tiré M. Achard pour ses freins magnétiques appliqués aux voitures des chemins de fer de l'Est. Il a repris récemment une vie nouvelle dans d'autres applications, notamment au touage des bateaux [1]. En un mot, on en reparle avec assez d'insistance. C'est, sans doute, pour ce motif qu'on y voit mêlé le nom d'Edison.

Je réalise mon invention, dit-il, en employant des poulies ou roues en fer, dont la jante est rendue fortement magnétique par un enroulement convenable en circuit, avec une source d'énergie électrique, et sur laquelle passe une chaîne ou un câble sans fin en métal magnétique ou qui porte des barres de fer constituant armatures pour fermer le circuit magnétique à la poulie. Ces bâtons de fer sont fortement attirés vers le jante de la poulie ; il en résulte une augmentation d'adhérence et l'effort est transmis sans glissement de courroie. Ou bien encore, les barreaux magnétiques, au lieu d'être directement portés par les courroies, chaînons ou câbles, peuvent être disposés sur un châssis indépendant placé à l'endroit où la chaîne embrasse la poulie et susceptible d'un mouvement limité vers la jante, pour presser le câble ou la courroie contre la poulie.

Nous reportant aux figures 1, 2 et 3 ci-contre, qui représentent un système de deux poulies A et B montées sur deux arbres parallèles et reliées par une courroie sans fin C, nous observons que chacune de ces poulies est creusée de plusieurs rainures à sa périphérie (fig. 2), dans lesquelles sont logées les spires a de fil isolé, en connexion aux deux extrémités avec deux anneaux isolés b sur lesquels appuient des ressorts de contact c qui amènent le courant électrique pris sur les conducteurs 1, 2. Chaque poulie est fortement magnétisée, développant deux pôles de nom contraire N et S aux deux bouts et des pôles opposés intermédiaires sur les faces des bobines juxtaposées.

Les courroies sont de préférence fabriquées en feuilles minces d'acier, découpées en bandelettes et superposées (fig. 3). Elles sont rivées ensemble et en même temps que des sortes d'échelons de fer doux d disposés sur la face extérieure, formant ainsi un appareil sans fin. Cet ensemble constitue l'armature de l'électro-aimant de chaque poulie.

On remarquera que ces circuits magnétiques sont excessivement courts et de peu de résistance ; l'attraction exercée par les poulies sur l'armature déterminant une grande adhérence qui permet de transmettre de grandes forces avec des courroies relativement faibles. L'expérience a montré qu'avec une poulie de 0,100 m

[1] BERTHELOT, *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1317 ; *Journal de Physique*, 2e série, t. I, p. 141, 1882.

[1] Voir l'*Electricien* du 26 novembre 1892, p. 353.

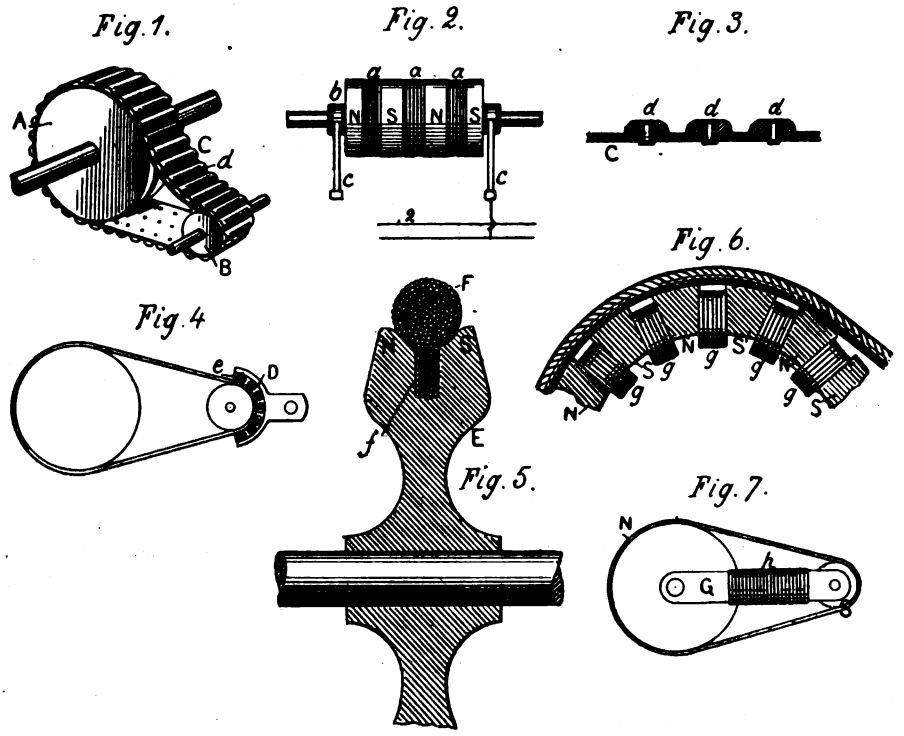
Digitized by Google

et une courroie de 0,075 m de largeur embrassant la moitié de la jante, la courroie supporte un poids mort de 90 kg sans que les aimants soient arrivés à saturation. Ce dispositif magnéto-mécanique est appelé à remplacer les roues dentées dans bien des cas.

La figure 4 montre une construction dans laquelle, au lieu de coucher les barreaux *d* directement sur la courroie, on fait embrasser une des poulies par un châssis D pourvu de galets magnétisés *e*, susceptibles de se déplacer, dans des limites restreintes, vers la jante de la poulie. La courroie se meut sous ces galets, l'attraction de ceux-ci sur la jante augmente l'adhérence de la courroie.

La figure 5 représente un volant E pourvu d'une cannelure périphérique propre à recevoir le câble de transmission F. De plus, une rainure circonférentielle a été pratiquée pour y loger les spires *f*, qui, parcourues par un courant, créent deux pôles opposés N et S. Le câble de transmission agit comme armature pour fermer le circuit magnétique de très faible résistance et son adhérence sur le volant en est considérablement accrue.

L'enroulement des spires, au lieu d'être périphérique, peut être composé d'un certain nombre de bobines arrangées transversalement à la jante dans des mortaises, comme l'indique la figure 6, le câble en fer constituant toujours l'armature des différents circuits magnétiques ainsi formés.



S'il arrive que les poulies soient trop rapprochées pour permettre l'application des bobines sur chacune d'elles, on obvie à cet inconvénient en munissant les poulies d'un cadre commun G (fig. 7), recouvert d'un enroulement *h* créant une polarité d'un certain sens dans l'un, et une polarité de sens contraire dans l'autre. Une courroie en substance magnétique complète le circuit entre les deux roues. Seulement cette construction ne donne pas des aimants aussi puissants que les dispositifs précédents.

L'invention, si l'on veut en retirer la totalité des avantages, exige l'emploi de courroies en substance magnétique. Cette condition n'est pourtant pas absolument nécessaire; le perfectionnement peut aussi s'étendre à augmenter l'adhérence des courroies ordinaires en cuir, caoutchouc ou autre; si, par exemple dans le cas de la figure 1, la courroie *c* était en cuir, il est évident que l'addition des barreaux *d* accroîtrait son adhérence sur les poulies; de même, dans le cas de la figure 4, la présence des galets magnétiques *e* conduirait au même résultat.

E. D.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

(Liste communiquée par le cabinet G. BARDIN, fondé en 1868,
5, rue Mazagran, Paris)

228445 **Forbes.** — Transmetteurs électriques téléphoniques (7 mars 1893).

228460 **Gibbs et Franchot.** — Amélioration dans les procédés pour obtenir les chlorates des alcalis ou des métaux terreux alcalins par électrolyse (7 mars 1893).

228481 **Katzky et Gitkes.** — Contrôleur électrique pour véhicules de toute nature (8 mars 1893).

228492 **Garnier.** — Procédé de cémentation des pièces d'acier et particulièrement des plaques de blindage par application de l'électricité et de la chaleur (8 mars 1893).

228501 **Plantron jeune.** — Procédé de destruction instantanée, par l'électricité, des corpuscules d'origine végétale mêlés aux matières brutes textiles, tissées ou non tissées, laine, coton, soie, chanvre, etc. (8 mars 1893).

228530 **Ruault et Radiguet.** — Cautère électrique dit : Serre-nœud ou anse (10 mars 1893).

228541 **Sappey.** — Accumulateur électrique industriel (11 mars 1893).

228545 **Maison Breguet et Jacomy.** — Perfectionnements dans les réflecteurs (11 mars 1893).

228580 **Deri et Blathy.** — Perfectionnements apportés aux moteurs à courants alternatifs (13 mars 1893).

228582 **Lucas.** — Commutateur automatique pour transformateur de courants électriques alternatifs (13 mars 1893).

228590 **Pouteaux.** — Nouveau dispositif de pile constante pouvant fonctionner sans manipulation ni recharge (13 mars 1393).

228639 **Société anonyme pour la transmission de la Force par l'Électricité.** — Système de servo-moteur électrique, système Giles (15 mars 1893).

228677 **Martin.** — Contrôleur automatique de consommation d'un courant électrique (16 mars 1893).

228680 **Waite.** — Diaphragme perfectionné pour vases électrolytiques (16 mars 1893).

228693 **Loubens.** — Lampe électrique (20 mars 1893).

228701 **Mayer.** — Système de transmetteur téléphonique (17 mars 1893).

228702 **Mayer.** — Perfectionnements aux transmetteurs téléphoniques (17 mars 1893).

228704 **Najean.** — Application, au point de vue du traitement médical, d'éléments d'électricité soit en courants continus, soit en courant d'induction, aux coiffures de toute nature des deux sexes (17 mars 1893).

228711 **Scharf.** — Nouveau système d'éclairage par lampes à incandescence (17 mars 1893).

228712 **Scharf.** — Procédé pour établir une liaison étanche entre des fils conducteurs électriques en métal non précieux et le globe en verre des lampes électriques à incandescence (17 mars 1893).

228754 **Lundell et Johnson.** — Perfectionnements dans les moteurs électriques à courants alternatifs (20 mars 1893).

228777 **Société F. Balas et L. Conffinhal.** — Dynamo (type E) perfectionnée (22 mars 1893).

228779 **Berne.** — Perfectionnements dans les appareils téléphoniques (23 mars 1893).

228792 **Smith et Wilson.** — Perfectionnements dans les moyens de porter ou supporter des collecteurs électriques (21 mars 1893).

228807 **Jackson.** — Perfectionnements aux conducteurs isolés (21 mars 1893).

228810 **Courtenay.** — Transmission des courants électriques (21 mars 1893).

228822 **Henneton.** — Anode inoxydable à distributeurs fixes et à surface d'électrode amovible (22 mars 1893).

228823 **Lalande.** — Contact électrique avertisseur de la présence du grisou (22 mars 1893).

228838 **Breittmayer.** — Cravache électrique pour le redressement ou le dressage des animaux (22 mars 1893).

228848 **Stuber.** — Lampe électrique à incandescence avec pièce de fermeture amovible (23 mars 1893).

228856 **Vulliet-Durand.** — Dispositif électrique permettant d'actionner, à intervalles réguliers, des automates, musiques, carillons, projections lumineuses, etc., à l'aide de toutes pendules ou horloges à sonnerie, quel qu'en soit le mécanisme (23 mars 1893).

228858 **Headland.** — Perfectionnements dans les accumulateurs électriques (23 mars 1893).

228861 **Société anonyme des anciens Établissements Cail.** — Machine dynamo-électrique à courant continu, système O. Helmer (23 mars 1893).

228871 **Perry et Holland.** — Perfectionnements dans les ampèremètres et les voltmètres (24 mars 1893).

228890 **Commelin.** — Nouveau compteur électrique (25 mars 1893).

228891 **Cannevel.** — Lampe électrique à arc voltaïque, dite : Merveilleuse (25 mars 1893).

228892 **Decazes.** — Nouveau système de traction électrique sur un seul rail, pouvant s'appliquer à la navigation aérienne (23 mars 1893).

228905 **Gwynne et Kennedy.** — Perfectionnements aux régulateurs à arc (25 mars 1893).

228906 **Krieger et Sallé.** — Traction électrique sur routes ordinaires (25 mars 1893).

228930 **André.** — Support démontable pour lignes électriques (27 mars 1893).

228959 **Granjon et Bellon.** — Vases imperméables et inattaquables aux acides pour piles électriques et autres applications (29 mars 1893).

228967 **Société dite : American Electric Heating Company.** — Perfectionnements aux appareils à radiation chauffés par l'électricité (28 mars 1893).

228968 **Société dite : American Electric Heating Company.** — Système perfectionné d'induction pour chauffage électrique et autres usages (28 mars 1893).

228978 **Boyd.** — Perfectionnements aux instruments électriques de médecine (28 mars 1893).

228994 **Dewey.** — Appareil de chauffage électrique (28 mars 1893).

Digitized by Google

228995 **Société Siemens Brothers et C° limited.** — Perfectionnements dans les piles voltaïques sèches et dans les connexions conductrices pour les charbons de ces piles et d'autres piles électriques (28 mars 1893).

229011 **Chavarria-Contardo.** — Compteur électrique des entrées et des sorties dans un lieu public (29 mars 1893).

229023 **Kennelly.** — Instrument de mesurage électrique (30 mars 1893).

229029 **Hoffgaard.** — Perfectionnements aux récepteurs télégraphiques (30 mars 1893).

229030 **Kooh.** — Perfectionnements aux balais de prise de courant (30 mars 1893).

229045 **Dolezal.** — Entonnoir avec signal électrique et arrêt automatique de l'arrivée du liquide (31 mars 1893).

229065 **Société l'Éclairage électrique.** — Perfectionnements dans les machines à courant continu (31 mars 1893).

229077 **Société Charles Mildé fils et C°.** — Microphone perfectionné (1er avril 1893).

229091 **Mac Haffie.** — Perfectionnements aux machines électrodynamiques, applicables à la traction ou à la propulsion de toute espèce de véhicules, de navires, etc., ainsi qu'en vue de tout autre but pouvant être atteint par l'emploi de machines électro-dynamiques (1er avril 1893).

229096 **Peyrusson.** — Perfectionnements dans les accumulateurs électriques (1er avril 1893).

229101 **Société R. Alioth et C°.** — Perfectionnements aux moteurs électriques à courants alternatifs (1er avril 1893).

229110 **Routin.** — Compteur d'énergie électrique (7 avril 1893).

229128 **Société American Electric Heating Company.** — Perfectionnements aux dispositifs servant à chauffer, par l'électricité, des creusets et autres articles (4 avril 1893).

229129 **Société American Electric Heating Company.** — Perfectionnements aux creusets chauffés électriquement et à leurs poignées (4 avril 1893).

229167 **Pope.** — Perfectionnements dans les filaments pour lampes à incandescence (6 avril 1893).

229205 **Delasalle.** — Avertisseur électrique applicable à toutes sortes de véhicules et de bateaux (7 avril 1893).

229214 **Cauderay.** — Horloge électrique (8 avril 1893).

229216 **Hall et de Marr.** — Lampe à incandescence réglable (8 avril 1893).

CERTIFICATS D'ADDITION

222767 **Boudreaux.** — Nouveau balai pour machines génératrices ou réceptrices de courants électriques (18 mars 1893).

220419 **Chabeault.** — Application des accumulateurs et des prises de courant, combinés à la traction électrique sur voies ferrées (27 mars 1893).

224656 **Havaux.** — Appareil à couper le verre par l'électricité (24 mars 1893).

224588 **Campiche.** — Système d'horloge distributrice électrique (27 mars 1893).

222439 **Averly.** — Véhicule automateur à essieux articulés et indépendants applicable comme voiture de tramway électrique et pour d'autres usages analogues (28 mars 1893).

226288 **Mercadier et Anizan.** — Nouveau système de microphone (31 mars 1893).

228145 **Millaud.** — Lampe électrique (1er avril 1893).

225291 **Claret et Vuilleumier.** — Traction électrique par distributeurs automatiques (8 avril 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Nouvel isolant électrique. — L'*Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft* est arrivée à trouver une substance isolante présentant de grands avantages, et à laquelle elle donne le nom de *stabilit*. Elle s'obtient en plaques, en bâtons ou en tuyaux, comme l'ébonite; sa couleur est rougeâtre ou gris-noir. Aussi facilement que l'ébonite ou la fibre vulcanisée, elle se laisse tourner, limer, percer et attaquer par des outils tranchants. On parvient même à obtenir un beau poli en frottant à l'aide de papier de verre ou de drap sec. La stabilit, ne renfermant aucune matière acide, n'attaque pas les métaux, et convient spécialement pour les commutateurs et les montures d'appareils. Elle est également apte à remplacer l'ardoise et le marbre, parce qu'elle n'est pas hygroscopique. Quelques expériences comparatives ont donné les résultats suivants : après quatre semaines, la stabilit exposée à une atmosphère humide n'avait subi aucune augmentation de poids; la fibre, au contraire, dans les mêmes conditions, après 24 heures, donnait une augmentation de poids de 20 0/0 et une diminution de résistance d'isolement correspondante. Soumise pendant 12 heures à une cuisson dans l'eau, la stabilit n'offrait aucun changement; la fibre et l'ébonite, après quelques instants seulement étaient devenues molles. Dans un bain de paraffine à 200 degrés C., la fibre devenait cassante, et commençait à se carboniser à 250 degrés C. L'ébonite se ramollissait; la stabilit, au contraire, résista complètement. La densité de la stabilit est 1,6. Elle n'est attaquée ni par l'acide chlorhydrique, ni par l'acide sulfurique étendu, ni par les alcalis; elle peut donc servir à constituer des récipients pour accumulateurs. — M.

Microphone Forbes. — M. Forbes a cherché à éviter les inconvénients qui résultent de la rupture et du rétablissement des contacts entre les pièces de charbon, inconvénients qui se traduisent par des troubles dans la transmission.

Digitized by Google

Le microphone Forbes est formé d'une planchette portant un bloc de charbon taillé en pointe et en contact avec un autre bloc de charbon cuivré. Le premier charbon est en série sur le primaire de la bobine d'induction, tandis que le second est fixé à l'armature d'un électro en dérivation sur le même circuit. Le contact n'est donc jamais interrompu, mais les deux charbons sont plus ou moins pressés l'un contre l'autre, suivant l'intensité du courant téléphonique. — M.

Le chemin de fer de « City and South London ». — Nous avons, dans notre revue, donné complètement la description de ce chemin de fer. Il fonctionne d'une façon de plus en plus satisfaisante, tant au point du service financier que du service mécanique proprement dit. Comme ce fut la première entreprise de ce genre dans le monde, il est intéressant de noter la prospérité de sa marche. L'inauguration du service a eu lieu vers la fin de l'année 1890 — si notre mémoire ne nous trahit pas, — et depuis cette époque les exercices établis tous les six mois ont révélé un accroissement de trafic et une diminution des dépenses d'exploitation par train-kilomètre. Les actions privilégiées touchent un dividende entier, les actions ordinaires vont commencer à participer aux bénéfices. Le rapport de l'exercice de la première moitié de l'année courante se présente sous les auspices les plus engageants.

En supposant les trains formés en moyenne de trois voitures, la circulation a atteint actuellement 1 000 voitures-kilomètre par kilomètre de double voie et par jour. Les véhicules sont beaucoup plus longs et plus lourds que ceux des tramways. Le remorquage de ces trains est plus économique que pour des voitures uniques. Le profil en long de la ligne comporte des rampes à l'arrivée aux stations et des déclivités au départ. Cette disposition allège le travail des moteurs au démarrage.

Chaque exercice révèle une marche prospère ascendante. Les recettes — 578 975 fr — pour les six premiers mois de cette année, ont augmenté dans une proportion d'environ 9 0/0 sur la deuxième période de l'année antérieure; de même l'accroissement proportionnel du nombre de voyageurs transportés (3 146 656) a été de 12 0/0; celui du nombre de trains-kilomètre (348 262) a été de 15 0/0. Les dépenses totales d'exploitation se sont chiffrées à 374 100 fr, en diminution de 3 350 fr sur celles du précédent exercice. Quand le service fut inauguré, les dépenses afférentes aux locomotives et à la production de l'énergie, au personnel des mécaniciens, électriciens s'élevaient à 0,56 fr par train-kilomètre; elles sont descendues l'année dernière à 0,48 fr et, pour cette année, sont inférieures à 0,40 fr.

Ces résultats sont tout à fait encourageants.

Fabrication de l'aniline par l'électrolyse. — Ce procédé est fondé sur la réduction de la nitrobenzine par l'amalgame de sodium préparé par l'électrolyse suivant la méthode de MM Hermite et Dubosc.

Suivant la *Revue de chimie industrielle*, on électrolyse une solution de sel marin sans employer la cloison. poreuse, en prenant comme cathode une couche mobile de mercure. Ce métal s'empare du sodium avec lequel il forme un amalgame qui est soustrait à l'action décomposante de l'eau au moyen du sulfure de carbone. Par un dispositif convenable, l'amalgame est envoyé dans une cuve contenant de l'eau et de la nitrobenzine ; il se forme alors de la soude, du mercure et de l'hydrogène qui réduit la nitrobenzine en aniline. Le mercure tombe au fond de la cuve, d'où il retourne par un tube-siphon à la cuve d'électrolyse pour former un nouvel amalgame. Quand toute la nitrobenzine est réduite, la cuve renferme de la soude, de l'eau et de l'aniline. Cette dernière surnage; on la décante, et l'on sépare celle qui est en solution par l'ébullition. Il ne reste plus que de la soude facile à concentrer pour d'autres usages. — M.

L'origine du mot « trolley ». — La plupart des personnes qui se servent du mot « trolley » ignorent probablement l'origine de ce terme ou pourquoi cette appellation a été donnée à la portion d'un ensemble électrique d'une voiture par où s'opère la prise de courant sur un fil aérien. A ce propos, voici ce qu'en dit notre confrère le *Street Railway Journal :*

« Il y a vingt ans, le mot était employé pour désigner un petit truck servant à transporter des matériaux. » C'est la seule définition fournie par l'édition de 1884 du Dictionnaire de Webster. On trouve, dans l'édition de 1892 du même ouvrage, un complément d'informations. Le trolley est défini comme un truck après lequel est suspendu un fardeau dans quelques genres de grues, et aussi dans l'usage des railways électriques, comme un truck qui passe le long de conducteurs fixes et constitue un moyen de liaison entre eux et une voiture de railway.

Il est aisé de voir comment la forme primitive du trolley électrique, qui circule sur les fils, vint à recevoir son nom de sa similitude avec d'autres types de trolley, et le nom ayant été aussitôt donné à cette application, il fut naturellement retenu quand la méthode de liaison fut convertie d'un petit truck roulant sur un fil qu'elle était en un mât portant une roue pressant sur la surface inférieure du fil. — D.

Le sens magnétique. — Les résultats d'une série d'expériences faites par deux électriciens

Digitized by Google

bien connus, le Dr A.-F. Kennely, assisté du Dr Peterson, démontrent que l'organisme humain n'est affecté, à aucun degré, par les puissants champs électriques produits par les ressources de la science moderne, ou, en d'autres termes, que le magnétisme est absolument inappréciable à nos sens. Mais comme le magnétisme peut transmettre l'énergie dynamique avec autant de facilité que l'électricité et la chaleur, il s'ensuit le résultat paradoxal qu'il est possible de transmettre assez d'énergie mécanique directement à travers la substance cérébrale de l'homme pour actionner un moteur de modèle approprié, sans produire sur lui le moindre effet appréciable, soit physique, soit mental.

On a prétendu autrefois cependant qu'il existe certaines personnes possédant ce qu'on a appelé le « sens magnétique ». La question est intéressante de savoir si une telle prétention repose sur un fondement quelconque.

Mais, à tout prendre, un sens de plus serait une chose fort acceptable; le sens commun devient si rare! — D.

Compteur de « la General electric Company de Londres. — Cette Compagnie vient d'introduire sur le marché un nouveau compteur qui présente beaucoup d'affinité avec celui d'Aron comme principe de fonctionnement, mais qui en diffère par plusieurs détails.

Comme dans le compteur Aron, le couple agit sur un aimant formant le pendule d'un balancier, et le totalisateur enregistre la différence de marche de ce pendule et d'un pendule normal. Dans l'appareil, les deux pendules sont mis en marche, et le mouvement entretenu électriquement; quand aucune lampe n'est allumée, les deux pendules sont arrêtés: on obvie ainsi à l'un des inconvénients de ce genre d'appareils: la nécessité d'un réglage parfait des deux pendules.

La mise en marche s'effectue par un relais magnétique actionné par le courant principal et assez sensible pour agir dès l'allumage de la première lampe. Ce relais forme à son tour un circuit dérivé comprenant deux électro-aimants qui agissent sur les deux pendules et les mettent en mouvement. Ce circuit dérivé est fermé et ouvert périodiquement par le mouvement des pendules.

La manière dont s'exécute l'enregistrement sur le totalisateur est à noter. L'un des pendules fait tourner la première aiguille, tandis que l'autre fait tourner l'ensemble des cadrans, en sorte que le mouvement de progression des aiguilles est différentiel. — D.

Echos de l'Institut des Ingénieurs-Electriciens de Londres. — La possibilité de quadrupler la rapidité des communications par les câbles sous-marins de l'Atlantique a été attestée par M. Preece dans son discours présidentiel. De plus, le même orateur a signalé qu'il venait d'inventer un nouveau dispositif de câble pour atteindre ce but. Il n'existe aucune raison théorique, dit-il, permettant de croire que l'on ne pourrait pas, au moyen de ce nouveau câble, communiquer de Londres avec toutes les capitales de l'Europe, et que même il ne serait pas impossible de causer par téléphone au travers de l'Atlantique.

Le gouvernement anglais a accordé un crédit de 62 millions de francs destiné au développement des lignes téléphoniques à grande distance, et une partie de cette somme sera consacrée à l'étude des transmissions téléphoniques à travers l'Atlantique. — D.

L'éclairage électrique des rues de Munich. — L'administration municipale de la ville de Munich a décidé d'introduire l'éclairage électrique dans les rues commerçantes de la cité. Environ 300 lampes à arc de diverses intensités lumineuses seront réparties dans ces rues.

A cela, il faut ajouter l'éclairage de l'hôtel de ville au moyen de 1 800 lampes à incandescence de 16 bougies avec le secours d'une batterie d'accumulateurs produisant à la décharge une énergie de 75 kilowatts.

La puissance nécessaire sera prélevée sur deux chutes d'eau de 300 chevaux.

Les machines électriques, donnant chacune 250 volts, sont intercalées par deux en tension, d'après le système à trois fils, de telle sorte que chaque branche du groupe à trois fils contienne chacune 5 lampes. Cette disposition a été choisie pour n'avoir qu'une machine en service aussitôt que la moitié des lampes est mise hors circuit.

Les conducteurs consistent en câbles sous plomb placés dans le sol, et qui s'anastomosent, pour la plus grande partie, dans l'hôtel de ville, pour, de là, être commandés par les nécessités de la distribution. Somme toute, cette installation ne se borne pas à l'éclairage de deux ou trois enfilades de rues, mais embrasse un large champ d'exploitation. La maison Schuckert et Cie, de Nuremberg, a été chargée de l'exécution des travaux. — D.

Nouvelle composition de plaques d'accumulateurs. — M. Worms prend 945 parties de plomb, 22 d'antimoine et 13 de mercure; il fond d'abord le plomb, ajoute l'antimoine, et ne verse le mercure qu'au moment de couler la plaque.— M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 138 19 Aout 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE CALAGE DES BALAIS DANS LES DYNAMOS A COURANT CONTINU

Quelle position doivent occuper les balais dans une dynamo à courant continu? En *circuit ouvert*, on les place sur la ligne perpendiculaire à l'axe des inducteurs; mais vient-on à fermer le circuit? il se produit des étincelles entre eux et le collecteur; et chacun sait que, pour éviter ces étincelles, on doit déplacer les balais dans le sens du mouvement, et d'autant plus que le courant produit par la machine est plus fort.

La règle pratique est donc simple: On place les balais dans la position où il ne se produit plus d'étincelles au collecteur, position variable avec l'intensité du courant.

On sait aussi que cette nécessité de *caler* les balais est due au champ magnétique créé dans l'anneau par le courant induit. Ce champ, se composant avec le champ magnétique inducteur, déplace la *ligne neutre*, c'est-à-dire la ligne suivant laquelle la *force électromotrice est nulle*. Caler les balais, c'est les replacer sur la ligne neutre.

Tel est du moins l'avis de certains auteurs. D'autres, au contraire, prétendent que, pour éviter les étincelles, la bobine mise en court-circuit à son passage au balai doit être *le siège d'une force électromotrice* capable d'y développer à l'avance un courant égal à celui qui va la traverser à sa rentrée dans le circuit général.

Sans nous prononcer *a priori* entre ces deux opinions, nous supposerons d'abord la ligne des balais confondue avec la *ligne neutre*, et nous chercherons à déterminer, d'une manière approchée, suivant quelle loi la position des balais varie avec l'intensité du courant. Puis nous examinerons de quel angle, en admettant la deuxième opinion, les balais devraient être écartés de la ligne neutre.

I. — Ligne des balais confondue avec la ligne neutre

Lorsqu'on fait passer un courant dans les inducteurs sans qu'aucun ne passe dans l'induit, on obtient un champ magnétique dont les lignes de force, se rendant d'un pôle à l'autre à travers l'anneau [1], ont une direction générale parallèle à l'axe des inducteurs.

Si, au contraire, sans exciter les inducteurs, on lance un courant dans l'induit, ce courant transformera l'anneau en une sorte d'aimant à deux branches, dont les pôles seront sur la ligne des balais.

Lorsqu'il passe un courant à la fois dans les inducteurs et dans l'induit, les deux champs magnétiques se composent à l'intérieur de l'anneau.

Supposons les deux champs *uniformes* et représentés par deux droites telles que MA, MA′ (fig. 1); le champ résultant sera un champ également uniforme, représenté par la résultante MC.

La ligne neutre est la perpendiculaire à MC.

Or MA, champ produit par les inducteurs, est parallèle à leur axe; MA′, champ produit par le courant induit, est parallèle à la ligne des balais. Pour que la ligne des balais se confonde avec la ligne neutre, il faut donc que MA′ soit perpendiculaire à MC.

Si les intensités MA, MA′ des deux champs étaient connues, une construction géométrique très simple donnerait la direction de la ligne des balais. Sur MA comme dia-

[1] Nous supposerons, dans tout ce qui suit, que l'induit est à anneau.

Digitized by Google

mètre (fig. 2) construisons une demi-circonférence, puis prenons AC = MA' : MC est la résultante, et AC la direction de la ligne des balais. Mais ces intensités des champs sont difficilement accessibles à l'expérience.

Du reste, dans la réalité, les champs magnétiques ne sont pas uniformes, et l'on est conduit à considérer, pour chacun d'eux, la valeur de l'*induction moyenne* dans l'anneau, c'est-à-dire le quotient du flux de force qui passe dans l'anneau par la section de cet

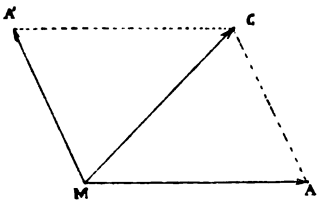


Fig. 1.

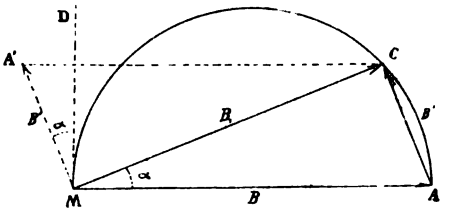


Fig. 2.

anneau : cette induction moyenne représente l'induction du champ uniforme qui produirait le même flux. Nous admettrons que le champ résultant a pour induction moyenne la résultante des inductions moyennes.

Supposons donc que MA, MA' représentent les valeurs respectives B, B' des inductions moyennes dues aux champs inducteur et induit : la resultante MC représentera l'induction moyenne B_1 du champ résultant.

Soit dès lors α l'*angle de calage*, c'est-à-dire l'angle A'MD que fait la ligne des balais avec la perpendiculaire à l'axe des inducteurs. Cet angle est égal à l'angle AMC, de sorte qu'on a :

$$B_1 = B \cos \alpha.$$

Or la force électromotrice de la dynamo est proportionnelle à l'induction moyenne dans l'induit. En *circuit ouvert*, elle a pour valeur, suivant une formule connue :

$$E = 2NpBS,$$

N étant le nombre de spires de l'anneau, p le nombre de tours de la machine par seconde, et S la section de l'anneau.

En *circuit fermé*, la force électromotrice devient :

$$E_1 = 2NpB_1S$$

puisque B_1 est alors l'induction moyenne dans l'induit.

Donc :

$$\frac{E_1}{E} = \frac{B_1}{B} = \cos \alpha$$

Les forces électromotrices E, E_1 sont connues pour une machine donnée : le constructeur les a déterminées par l'expérience. Toutefois on ne saurait dire que la formule précédente permet de calculer *a priori* l'angle de calage, puisque, pour mesurer E_1, il a fallu d'abord caler les balais.

Mais nous allons chercher à déduire de cette formule une loi de variation de l'angle α.

Loi de variation de l'angle de calage. — Pour déterminer cette loi, nous aurons recours à un résultat d'expérience.

Une dynamo marchant à une vitesse déterminée, et ses inducteurs étant excités par un courant constant, on fait varier le courant dans l'induit en agissant sur la résistance extérieure. La différence de potentiel aux balais diminue à mesure que l'intensité du courant augmente ; en prenant pour abscisses les intensités du courant induit, pour ordonnées les différences de potentiel aux balais, on obtient une courbe telle que AB. Or l'expérience montre que, pour la plupart des machines, *AB est sensiblement une droite.*

Digitized by Google

Menons AP parallèle à OI (fig. 3). Une portion d'ordonnée telle que CD, comprise entre cette droite et la courbe AB, représente la perte de potentiel due au courant induit. Or cette perte tient à deux causes:

1° A la réaction magnétique de l induit, qui occasionne, comme nous l'avons vu, une perte de force électromotrice $e = E - E_1$;

2° A la résistance du fil de l'induit; en appelant r cette résistance, et I l'intensité du courant induit, la perte de potentiel provenant de ce chef sera rI.

On a donc:

$$CD = e + rI.$$

Si AB est une droite, CD est proportionnel à I; donc e est lui-même proportionnel à I, et l'on peut poser:

$$e = \rho I.$$

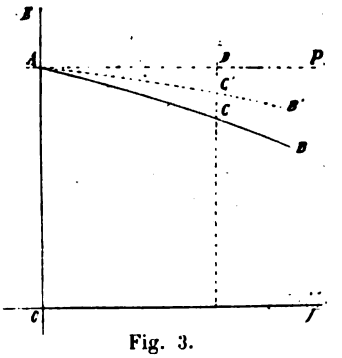


Fig. 3.

Ainsi l'action du champ magnétique induit est assimilable à celle d'une *résistance fictive* ρ. — De CD retranchons $CC' = rI$, nous aurons $C'D = e$; répétons la même opération en chaque point de AB: nous obtiendrons une nouvelle courbe AB′ qui, comme AB, sera sensiblement une droite; ρ est le coefficient angulaire de cette droite.

Cela posé, remarquant que:

$$e = E - E_1 = E - E \cos \alpha,$$

nous obtenons la relation:

$$E (1 - \cos \alpha) = \rho I.$$

$$1 - \cos \alpha = \frac{\rho I}{E}$$

Or l'angle α est toujours assez petit pour qu'on puisse écrire sans erreur sensible:

$$1 - \cos \alpha = \frac{\alpha^2}{2}$$

Il vient donc:

$$\alpha^2 = \frac{2\rho I}{E}$$

d'où :

$$\alpha = \sqrt{\frac{2\rho}{E}} \sqrt{I}$$

$\sqrt{\frac{2\rho}{E}}$ est une constante, et nous arrivons ainsi à cette loi :

L'angle de calage est sensiblement proportionnel à la racine carrée du courant induit.

II. — Ligne des balais distincte de la ligne neutre

Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, la ligne des balais confondue avec la ligne neutre. Mais beaucoup d'électriciens, comme nous l'avons dit au début, sont d'avis qu'il n'en doit pas être ainsi. Si les balais sont sur la ligne neutre, la bobine en court-circuit ne sera le siège d'aucune force électromotrice. Or elle vient de quitter un circuit dans lequel le courant est $\frac{I}{2}$, et elle va rentrer dans un autre où le courant est $-\frac{I}{2}$: si elle n'est pas *préparée* à recevoir ce dernier, il va se produire une étincelle. Pour éviter l'étincelle, il faut donc que la bobine en court-circuit soit *le siège d'une force électromotrice* capable de développer en elle un courant égal à $-\frac{I}{2}$ pendant l'instant que dure le court-circuit.

Digitized by Google

De cette façon, il ne se produira aucun changement brusque dans cette bobine lorsqu'elle rentrera dans le circuit général.

La force électromotrice nécessaire, on la trouvera en déplaçant légèrement les balais au-delà de la ligne neutre, dans le sens du mouvement; et il nous faut examiner maintenant ce que deviendra, dans cette nouvelle hypothèse, l'angle de calage. Il sera, bien entendu, plus grand que α.

Soit e la force électromotrice à laquelle doit être soumise la bobine en court circuit. Le travail de cette force électromotrice, pendant le temps t que dure un court circuit, sera :

$$\mathfrak{E} = \int_0^t e\,i\,dt = e\int_0^t i\,dt\,.$$

(car on peut supposer e constante). — Or la variation totale du courant dans la bobine est I, de sorte qu'on a approximativement :

$$\int_0^t i\,dt = \frac{It}{2}$$

d'où :

$$\mathfrak{E} = \frac{1}{2}\,e\,It$$

Mais, d'autre part, soit l le coefficient de self-induction de la bobine : le travail nécessaire pour obtenir une variation de courant égal à I dans cette bobine est, comme on sait, $\frac{I}{2}\,l\,I^2$. On doit donc avoir :

$$\frac{1}{2}\,e\,It = \frac{1}{2}\,lI^2$$

d'où :

$$e = \frac{lI}{t}.$$

La valeur de t dépend du mode de construction de la machine : on supposera (ce qui est le cas dans la plupart des dynamos actuelles) qu'un balai touche constamment deux lames du collecteur, c'est-à-dire qu'il y a constamment à chaque balai une bobine en court-circuit, et une seule. Soit alors n le nombre des bobines de l'induit, et p le nombre de tours de la machine par seconde; la durée d'un court-circuit est d'un n^{me} de tour :

$$t = \frac{1}{np}$$

Il vient donc :

$$e = nplI.$$

Or le coefficient de self-induction d'une moitié de l'anneau est $\frac{n}{2}\,l$; le courant qui traverse le fil étant $\frac{I}{2}$, le flux d'induction magnétique dû à ce courant est $\frac{n}{2}\,l \times \frac{I}{2} = \frac{nlI}{4}$.

D'un autre côté, ce flux a pour expression B'S, B' étant l'induction moyenne due au courant induit. On a donc :

$$\frac{nlI}{4} = B'S$$

d'où :

$$e = 4pB'S.$$

D'ailleurs, si l'on se reporte à la figure 2, en supposant toujours, provisoirement, les balais sur la ligne neutre, on voit que AC = MC tg α, c'est-à-dire :

$$B' = B_1 \text{ tg } \alpha$$

Donc enfin :

$$e = 4pB_1S \text{ tg } \alpha$$

Digitized by Google

Comparons cette force électromotrice e avec la force électromotrice de la machine:

$$E_1 = 2NpB_1S,$$

Il vient:

$$\frac{e}{E_1} = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{N}$$

N, nombre des *spires* de l'anneau, est toujours très grand; tg α est beaucoup plus petit que 1: donc le rapport $\frac{e}{E_1}$ est toujours très petit.

Voyons maintenant dans quelle section du champ magnétique de l'anneau se trouve cette force électromotrice e: soit β l'angle de cette section avec la ligne neutre. Nous admettrons que la force électromotrice dans les différentes sections suit la loi sinussoïdale $E_2 \sin \omega$, ω étant l'angle d'une section quelconque avec la ligne neutre. On devra donc avoir:

$$E_2 \sin \beta = e = \frac{2E_1}{N} \operatorname{tg} \alpha$$

Or entre E_2 (force électromotrice maximum) et E_1 (force électromotrice moyenne) existe la relation connue:

$$E_1 = \frac{2}{\pi} E_2$$

La valeur de l'angle β sera donc donnée par l'équation:

$$\sin \beta = \frac{4}{\pi} \frac{1}{N} \operatorname{tg} \alpha$$

soit approximativement, puisqu'il s'agit de petits angles:

$$\beta = \frac{4}{\pi} \frac{\alpha}{N}$$

Ainsi l'on peut écrire:

$$\frac{4}{3} \frac{\alpha}{N}$$

N étant très grand, on voit combien l'angle β est faible.

Déplaçons donc les balais, au-delà de la ligne neutre, du petit angle β. Ce faisant, nous changerons très peu la direction de la ligne neutre: car cela revient, dans le triangle MAC (fig. 2), à faire tourner le côté AC autour de A de l'angle β; comme AC est perpendiculaire sur la résultante MC, la direction de cette résultante variera très peu. Sa valeur, il est vrai, diminuera; mais comme e est elle-même proportionnelle à E_1, nous aurons bien, en définitive, dans la nouvelle position des balais, la force électromotrice demandée.

Ainsi, dans la nouvelle hypothèse, l'*angle de calage* devient:

$$\alpha + \beta = \alpha \left(1 + \frac{4}{\pi} \frac{1}{N}\right)$$

Mais, en raison de la grandeur de N (*nombre des spires du fil induit*), cet angle *ne diffère pas d'une manière appréciable de l'angle* α.

En résumé, l'on peut, dans la pratique, supposer les balais *sur la ligne neutre*, et admettre, comme nous l'avons trouvé plus haut, que *l'angle de calage est sensiblement proportionnel à la racine carrée du courant induit.*

J. STANER.

Digitized by Google

CONTRIBUTION THÉORIQUE A L'ÉTUDE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES TOURNANTS

(*suite*[1])

Spire mobile dans un champ tournant. — Reprenons l'hypothèse d'un champ tournant *théorique*, c'est-à-dire créé par un système de pôles magnétiques sans dimensions. Les $2n$ pôles inducteurs occupent les sommets d'un polygone régulier de rayon R, dont le centre est en O ; l'intensité du champ en ce point prend la valeur constante H et tourne avec une vitesse angulaire uniforme $\Omega = \frac{2\pi}{T}$ dans le plan du polygone, c'est-à-dire autour d'un axe Z'OZ normal à ce plan. Supposons que le rayon R du polygone des pôles croisse indéfiniment, et qu'en même temps la valeur absolue maxima commune à toutes les masses magnétiques croisse proportionnellement à R^2 ; nous n'altérerons pas le champ magnétique tournant primitivement créé au point O, mais nous obtiendrons à la limite ce résultat important de créer identiquement ce même champ en un point quelconque de la région de l'espace qui avoisine le point O.

Cela posé, prenons une spire de cuivre rectangulaire ABCD, plaçons-la de manière que son centre soit au point O, et que les milieux des deux côtés opposés AD et BC soient sur l'axe ZOZ' autour duquel la spire pourra tourner. Supposons que, par un moyen quelconque, nous imprimions à cette spire une rotation uniforme dont la vitesse angulaire ω sera considérée comme positive ou comme négative suivant que la rotation de la spire s'effectuera dans le même sens que celle du champ magnétique ou dans le sens opposé.

Pour étudier les phénomènes qui vont se produire, nous pouvons imprimer, par la pensée, au champ magnétique tournant et à la spire tournante une rotation uniforme autour de l'axe Z'OZ avec la vitesse angulaire $-\Omega$ (en sens contraire de la rotation du champ). Nous serons alors en présence d'une spire tournant avec la vitesse angulaire $(\omega - \Omega)$ dans un champ magnétique uniforme d'intensité H normale à l'axe de rotation. Soit, à un instant déterminé, ABCD (fig. 8), la position de la spire dans un plan normal à la direction du champ ; pour fixer les idées, nous supposerons que l'intensité de ce champ se dirige en avant du plan de la figure, et que la spire tourne dans le sens qui fait venir en avant le côté AB. A cet instant, que nous pouvons prendre pour origine du temps, le flux de force magnétique traversant la spire prend sa valeur maximum HS (en désignant par S l'aire de spire) et la force électromotrice d'induction est nulle. Marquons les milieux M et N des deux côtés AB et CD, coupons la figure par un plan mené par MN normalement au plan de la spire, et rabattons ce plan de manière que sa partie antérieure vienne couvrir le côté BC ; nous obtiendrons ainsi la figure 9 ; l'axe Z'OZ se projette en O (la direction Z'Z allant d'avant en arrière de la figure) ; la spire se projette en MN (le côté AD se trouvant en avant) ; la direction du champ

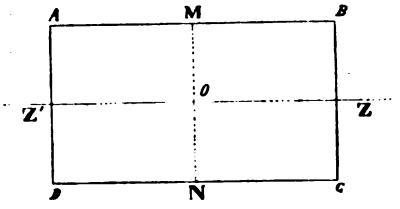


Fig. 8.

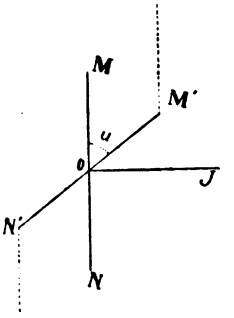


Fig. 9.

[1] Voir *Électricien*, n° 134, page 49, et n° 135, page 75.

Digitized by Google

magnétique est OJ. Au bout du temps t, la spire a tourné en sens contraire de la rotation primitive du champ magnétique de l'angle

(1) $$u = (\Omega - \omega)\, t$$

et la spire se projette sur M'N'. Posons, pour simplifier les écritures,

(2) $$\Omega - \omega = m$$

la durée de la période, c'est-à dire la durée d'un tour de la spire avec la vitesse angulaire m, sera

(3) $$\tau = \frac{2\pi}{m}.$$

A l'instant quelconque t, le flux de force magnétique traversant la spire est

(4) $$\Phi = \mathrm{HS} \cos mt;$$

la force électromotrice est

(5) $$\mathrm{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = m\mathrm{HS} \sin mt;$$

si nous désignons par R la résistance de la spire et par L son coefficient de self-induction, l'intensité du courant induit à l'instant t sera

(6) $$\mathrm{I} = \frac{m\mathrm{HS}}{\mathrm{R}} \cos m\theta \sin m\,(t - \theta),$$

le retard de phase θ étant déterminé par la formule

(7) $$\mathrm{tg}\, m\theta = \frac{m\mathrm{L}}{\mathrm{R}} = \frac{(\Omega - \omega)\,\mathrm{L}}{\mathrm{R}}.$$

Il est clair que, pour obtenir ainsi la rotation de la spire dans un champ magnétique uniforme, il faut faire une dépense de travail mécanique capable de vaincre et les résistances passives du mécanisme et les actions exercées par le champ magnétique sur le courant induit. Étudions ces actions à l'instant t ; nous pouvons, à cet effet, recourir à la loi de Laplace généralisée, qui s'énonce en ces termes : *L'action exercée par un champ magnétique sur un élément de courant est égale au produit de l'intensité électromagnétique de ce courant par l'aire du parallélogramme construit sur l'élément et sur l'intensité du champ ; cette action est normale au plan du parallélogramme et dirigée vers la gauche de l'observateur d'Ampère regardant dans la direction du champ.* Comme il s'agit, dans le cas actuel, d'un champ magnétique uniforme, nous voyons que pour un quelconque des quatre côtés de la spire M'N' les actions exercées par le champ magnétique sur les divers éléments de longueur sont toutes parallèles entre elles et de même sens, en sorte qu'elles donnent une action résultante passant par le milieu de ce côté ; les actions résultantes correspondant aux deux côtés A'B' et C'D' sont égales, parallèles et de sens contraires, en sorte qu'elles forment un couple ; analoguement, les actions résultantes correspondant aux côtés A'D' et B'C' forment un autre couple. Les deux actions résultantes, correspondant aux côtés A'D' et B'C', rencontrent l'axe de rotation Z'OZ ; il en résulte qu'elles ne peuvent exercer aucune influence sur la rotation de la spire. Il en est tout autrement pour les deux actions résultantes correspondant aux côtés A'B et C'D', lesquelles passent respectivement par M' et par N' (fig. 9) ; la première, d'après la loi de Laplace, est normale à OJ, dans le plan M'OJ, et égale au produit $\overline{\mathrm{AB}} \times \mathrm{H} \times \mathrm{I}$, en sorte que son moment relativement à l'axe de rotation Z'OZ est

$$\overline{\mathrm{AB}} \times \mathrm{H} \times \mathrm{I} \times \overline{\mathrm{OM}} \times \cos u = \frac{1}{2}\mathrm{SHI} \cos mt;$$

On trouve la même valeur pour le moment, relativement au même axe, de l'action résultante correspondant au côté C'D' ; par conséquent, le système total des actions élémentaires

Digitized by Google

du champ magnétique sur le courant créé un couple de rotation dont le moment a pour valeur

$$SHI \cos mt = \Phi I$$

de là ce théorème : *Les actions exercées par le champ magnétique sur les éléments de courant de la spire mobile à l'instant quelconque t créent un couple de rotation dont le moment est égal au produit de l'intensité du courant par le flux de force magnétique traversant la spire.*

En remplaçant Φ et I par leurs valeurs (4) et (6), nous trouvons pour valeur du moment du couple de rotation

$$\Phi = \frac{m}{R} H^2S^2 \cos m\theta \cos mt \sin m(t - \theta) \tag{8}$$

ou, sous une autre forme, équivalente et plus simple,

$$\Phi I = \frac{m}{2R} H^2S^2 \cos m\theta [\sin m(2t - \theta) - \sin m\theta] \tag{9}$$

Ce couple est périodique, avec la période $\frac{\tau}{2}$; pour étudier ses variations on pourrait construire la courbe représentée par l'équation (9) en prenant t pour abscisse et ΦI pour ordonnée, mais on peut éviter cette construction en raisonnant de la manière suivante.

Faisons un changement des variables concrètes t et ΦI en variables abstraites x et y au moyen des formules

$$\begin{cases} t = \frac{1}{2m}(x + m\theta) \\ \Phi I = \frac{m}{2R} H^2S^2 \cos m\theta (y - \sin m\theta) \end{cases} \tag{10}$$

l'équation (9) deviendra simplement

$$y = \sin x \tag{11}$$

et représentera une sinusoïde, courbe bien connue. Pour passer de cette sinusoïde à la courbe représentée par l'équation (9), il faut transporter l'origine des coordonnées au point dont l'abscisse est $-m\theta$ et dont l'ordonnée est $\sin m\theta$.

Nous supposons toujours, que ω soit positif et inférieur à Ω ; dans ce cas $m\theta$ et $\sin m\theta$ sont deux nombres positifs, la nouvelle origine O′ des coordonnées se place à gauche de l'axe des y et au-dessus de l'axe des x (fig. 10) ; la sinusoïde ainsi rapportée aux axes O′x′ et O′y′ représente, *aux échelles près*, la courbe représentée par l'équation (9). Le couple ΦI est tantôt positif, tantôt négatif, et la figure montre que les valeurs négatives sont dominantes ; or il est clair que les actions du champ magnétique sur le courant s'opposent, en moyenne, à la rotation de la spire ; par conséquent, c'est aux couples s'opposant à la rotation que la formule (9) fait prendre des valeurs négatives ; en d'autres termes, le couple est considéré comme moteur au lieu d'être considéré comme résistant, ce qui n'est pas rationnel. Cette observation nous conduit à changer les signes des deux membres de la formule (9) ; en désignant par

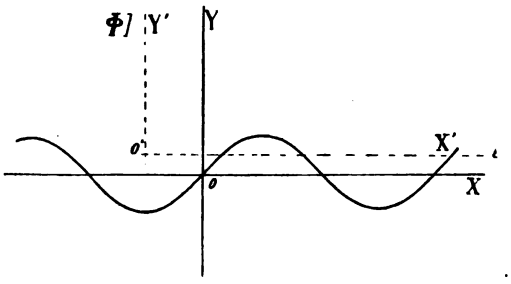


Fig 10.

$$W = -\Phi I \tag{12}$$

le moment du couple magnétique considéré comme résistant, nous aurons

$$W = \frac{m}{2R} H^2S^2 \cos m\theta . [\sin m\theta - \sin m(2t - \theta)]. \tag{13}$$

(*à suivre.*)

Félix Lucas.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 juillet 1893

Mesure de la résistance électrique du corps humain, par M. Mergier. — L'auteur, ayant abordé, il y a quelques années, le problème des mesures de la résistance électrique du corps humain, s'est tout d'abord proposé d'établir un instrument de manipulation simple, qui permît d'effectuer ces mesures avec la même facilité et la même sûreté que celle de l'intensité d'un courant électrique.

Dans ce but, M. Mergier a réalisé, il y a environ un an, un premier appareil qu'il présente à la Société. Cet instrument, construit par M. Gaiffe, est formé de deux cadres de fil conducteur disposés en croix et placés dans le champ magnétique d'un puissant aimant vertical en fer à cheval. Ces deux cadres sont en dérivation dans le circuit d'une pile. Leur position d'équilibre ne dépend que du rapport des résistances des deux circuits en dérivation. Elle ne varie pas lorsqu'on fait varier l'intensité du circuit principal en introduisant un nombre plus ou moins grand d'éléments de pile. Cette condition est assurée par l'élimination de toute force directrice, le courant arrivant à l'équipage mobile par trois pointes métalliques disposées selon le même axe vertical et plongeant dans des godets à mercure. Le système repose sur la pointe supérieure montée sur agate ou, est suspendu par un fil de cocon sans torsion.

Pour mesurer la résistance du corps humain, on place, dans le circuit de l'un des deux cadres, deux cristallisoirs avec de l'eau salée, dans lesquels le sujet à mesurer plonge les mains ou les pieds selon le cas. Le courant est amené à l'eau salée par deux fils de platine. Pour éliminer l'erreur provenant de la polarisation de ces électrodes, on dispose dans le circuit de l'autre cadre un godet rempli d'eau salée dans lequel plongent également deux fils de platine. Il existe ainsi dans les deux circuits deux forces contre-électromotrices égales et dont les effets sont nuls.

Toutefois, il faut remarquer que dans cette mesure l'erreur due à la polarisation des tissus existe encore. Mais cet instrument n'en est pas moins intéressant, car il permet de faire rapidement des mesures de résistance sur des conducteurs liquides ou, mieux encore, sur les conducteurs métalliques. On peut le rendre apériodique par l'addition d'un cylindre de fer doux placé à l'intérieur des cadres mobiles, comme cela existe dans les galvanomètres Deprez-d'Arsonval.

On peut aussi avoir un instrument dans lequel les déviations soient proportionnelles aux résistances à mesurer. Il suffit, entre autres solutions, de placer les cadres mobiles dans un champ magnétique formé de deux aimants disposés de façon que les pôles de même nom soient en regard l'un de l'autre. Ainsi monté, l'appareil comporte des applications importantes. Associé à un système bolométrique, il devient enregistreur de température à distance. Avec un système de sélénium, dans le genre de celui déjà utilisé par M. Mercadier, on peut en faire une sorte de photomètre permettant d'explorer rapidement aux différentes heures de la journée l'intensité des radiations atmosphériques, ce qui peut être très important au point de vue photographique.

Mais ce sont là des applications que M. Mergier se réserve de montrer réalisées, lorsque ses recherches à ce point de vue seront assez avancées.

En ce qui concerne les mesures de la résistance électrique du corps humain dont il veut uniquement s'occuper aujourd'hui, M. Mergier estime que ces mesures demandent à être faites à l'aide de courants alternatifs, pour que toute cause d'erreur due à la polarisation et des électrodes et des tissus soit éliminée.

Il présente, dans cet ordre d'idées, un instrument construit par M. Gaiffe et établi sur le même principe que le précédent, fonctionnant avec des courants alternatifs. Cet instrument comprend toujours deux cadres en croix en dérivation, mais ici ces cadres sont fixes. A l'intérieur du champ de ces cadres est une petite bobine mobile sur une pointe ou suspendue par un fil de cocon et prenant, comme précédemment, le courant dans des godets à mercure. Pour éviter les perturbations provenant de la direction imprimée à cette bobine par le champ magnétique terrestre, une seconde bobine identique à la première, mais roulée en sens inverse, est placée à l'extérieur du champ des bobines en croix. Ces deux bobines ayant même résistance forment ainsi un système absolument astatique. La position d'équilibre de l'équipage mobile, dans cet instrument, ne subit l'influence ni des variations d'intensité dans le circuit total, ni des

Digitized by Google

changements de sens du courant. Elle ne dépend que des différences de résistance des deux circuits en dérivation. Il constitue donc un instrument qui permet d'effectuer rapidement, et à l'abri des causes d'erreur provenant du fait de la polarisation, les mesures de résistance du corps humain.

En terminant, M. Mergier présente à la Société un enroulement de bobine qui permet d'amener le téléphone au silence, dans les mesures de résistances électriques par la méthode de Kohlrausch. Cet enroulement est peut-être plus simple à effectuer que celui indiqué par M. Chaperon, et en tous cas il offre l'avantage sur celui-ci que la qualité de la bobine reste la même, quel que soit le nombre de tours de fil, tandis que, dans l'enroulement Chaperon, cette qualité dépend du nombre de couches de fil. Cet avantage est surtout sensible pour les bobines de petite résistance.

M. Guillaume demande quelle précision on peut obtenir dans les mesures de résistance des liquides par les courants alternatifs avec l'aide du téléphone. Suivant M. Kohlrausch, cette précision serait de 1/10000.

M. Mergier trouve que la résistance d'un liquide est facile à déterminer par cette méthode, mais il n'en est pas de même lorsque l'on veut comparer la résistance du corps humain à celle d'un fil métallique. Il est impossible dans ce cas d'obtenir l'extinction du bruit au téléphone; il est même impossible d'obtenir un minimum bien net. On a des résultats un peu plus satisfaisants par cette méthode en comparant entre elles les résistances de deux corps humains.

M. E. Ducretet fait remarquer que depuis 1889 il fait usage du verre platiné pour construire des résistances élevées, procédé déjà indiqué par M. Dini. Le mode de construction que MM. E. Ducretet et Lejeune appliquent, pour obtenir ces résistances sur verre platiné, donne un circuit en zigzag analogue à celui que réalise M. Mergier avec du fil de platine fin. Ces propriétés doivent être les mêmes et permettre la mesure des résistances par la méthode de Kohlrausch (courants alternatifs et téléphone).

Une plaque de verre platiné de 75 mm sur 110 mm permet la construction de résistances variant entre 25 ohms et 100 000 ohms; les dimensions de ces plaques peuvent donc être réduites ou augmentées à volonté. Elles sont fixées dans un bocal en verre avec bouchon isolant, et elles plongent dans de l'huile de pétrole épurée, blanche, dont l'isolement est très grand, ainsi que M. Pellat a pu s'en rendre compte récemment. On évite ainsi les effets de l'humidité et des variations de température.

Une couche de mercure, variable d'épaisseur, introduite dans le fond du vase, permet d'amener la résistance à la valeur qu'on désire lui donner. Ces résistances sont d'une construction très économique; elles rendront service aux expérimentateurs.

M. Dini rappelle qu'il a employé, dès 1883, le verre platiné en vue de réaliser des rhéostats continus de grande résistance sous un espace restreint. Ce système est décrit dans un des numéros de 1883 de l'*Électricien*.

***

Appareil portatif pour la mesure rapide de l'isolement des conducteurs, par E. Ducretet et L. Lejeune. — Cet appareil (fig. 1) réunit sous un petit volume tous les éléments nécessaires pour la mesure rapide et exacte de toutes les résistances d'isolement en général: entre l'âme et le sol pour les lignes aériennes et souterraines, entre l'âme et le liquide environnant pour les conducteurs immergés, entre l'âme d'un fil isolé et la masse conductrice sur laquelle il est enroulé dans le cas des dynamos et des machines électriques en général.

La boîte qui le contient comprend un galvanomètre avec shunts de 1/2, 1/10, 1/50, 1/100, 1/1 000 et un commutateur à fiche permettant d'envoyer le courant soit dans une résistance fixe de 10 000 ohms contenue dans l'appareil, soit dans le conducteur à vérifier.

Une autre boîte l'accompagne et contient 80 piles sèches en tension qui donnent aux bornes une différence de potentiel d'environ 100 volts; c'est un voltage convenable pour avoir au galvanomètre des déviations faciles à apprécier. Les bornes de prise de courant sont disposées sur la boîte de telle sorte que l'on puisse prendre soit les 80 éléments en tension, soit 40 seulement.

La résistance intérieure de la pile étant très faible il faut éviter de la mettre en court-circuit sur elle-même. Les deux boîtes sont facilement transportables.

Le galvanomètre est constitué de la manière suivante : un barreau aimanté peut se déplacer à la surface d'un disque épais de cuivre rouge légèrement creusé pour le recevoir ; le cuivre rouge a pour but d'amortir les oscillations du barreau par suite de la production dans sa masse de courants de Foucault ; si l'on écarte le barreau à 90 degrés de sa position d'équilibre, il y revient après cinq à six oscillations seulement.

Le courant à mesurer traverse deux bobines

Digitized by Google

plates juxtaposées constituant l'un des champs magnétiques qui, avec le champ terrestre constant, donnent au barreau aimanté une position bien définie pour chaque valeur du courant.

Le barreau aimanté oscille à l'intérieur de ces bobines; il est supporté par une tige très courte dont la pointe inférieure repose dans une cuvette de saphir, la pointe supérieure passant dans un

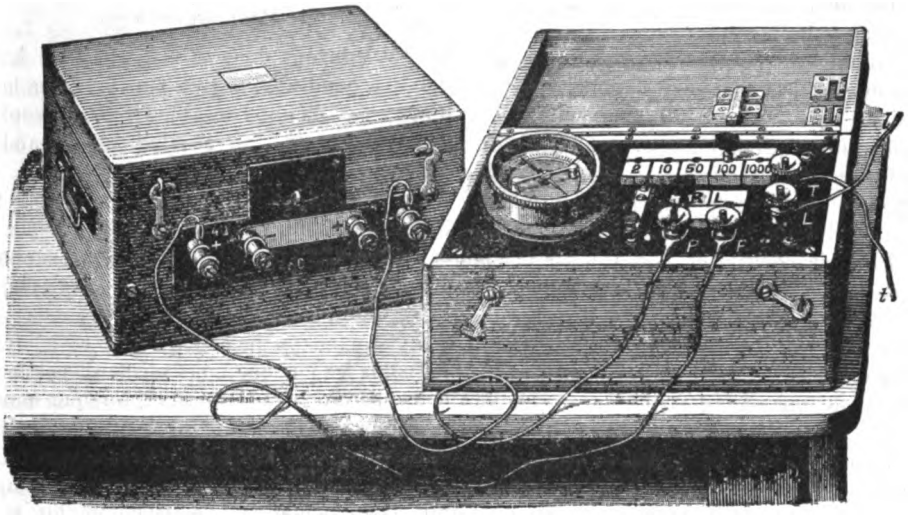


Fig. 1.

trou de rubis; l'équipage, par suite de ces précautions, se trouve doué d'une mobilité parfaite; une aiguille-index en aluminium, fixée sur la tige, se déplace devant un cadran divisé et au-dessus d'un miroir réfléchissant qui facilite les lectures.

Comme on le voit, cette disposition supprime l'emploi des vis calantes.

Le cadran du galvanomètre est divisé expérimentalement de telle sorte que le rapport de deux intensités de courant soit donné directement par le rapport des lectures correspondantes; de cette façon il n'y a aucune correction à faire ni besoin d'aucune table.

La sensibilité du galvanomètre est suffisante pour permettre de mesurer plus de 20 *mégohms de résistance d'isolement* (on a, en effet, pour cette résistance une déviation de 4 degrés sur le cadran, ce qu'il est très facile d'apprécier); on peut encore gagner beaucoup en sensibilité en faisant agir l'aimant directeur qui est joint à l'appareil.

Cet aimant est mobile le long d'une tige verticale que l'on enfourche sur la partie supérieure du galvanomètre (fig. 2); son action est évidemment d'autant plus énergique qu'il est placé plus bas sur cette tige.

Il doit être dirigé de manière à diminuer l'action directrice de la terre, c'est-à-dire que son pôle marqué doit être tourné vers le nord. Pour arriver à ce résultat, l'instrument étant au repos et l'aiguille au zéro (on réalise cette dernière condition en faisant tourner à la main le galvanomètre autour de son axe), on fait descendre

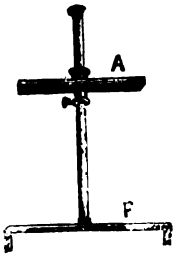


Fig. 2.

l'aimant le long de la tige et parallèlement à l'aiguille jusqu'à ce que l'on obtienne le degré de sensibilité voulu: l'aiguille doit rester au zéro pendant la descente de l'aimant.

C'est dans le but de faciliter cette opération qu'on a placé l'aiguille parallèlement au barreau, ce qui théoriquement ne serait pas nécessaire.

Dans le cas où l'on ne se sert pas de l'aimant directeur, il faut avoir soin de l'éloigner de la boîte car il pourrait troubler les indications du galvanomètre.

Opérations à exécuter pour faire une mesure d'isolement. — Pour faire une mesure d'isolement on commence par relier les bornes

Digitized by Google

de la pile aux bornes marquées P et P' sur l'appareil ; le fil conducteur est fixé en L et la borne T reliée à la terre ou à la masse suivant les cas.

L'appareil étant supposé placé à peu près horizontalement, on oriente le galvanomètre, comme il a été indiqué plus haut, de manière à ce que l'aiguille vienne au zéro ; on ajoute ensuite l'aimant directeur si l'on désire une très grande sensibilité.

Ces opérations préliminaires étant exécutées, on effectue les deux mesures suivantes :

1° On place la fiche du commutateur sur R ; dans ces conditions, en appuyant sur le bouton de la clef C, le courant de la pile passe par le galvanomètre et la résistance de 10 000 ohms et on obtient une certaine déviation α de l'aiguille sur le cadran.

Il est nécessaire de shunter le galvanomètre, de manière à obtenir une déviation de l'aiguille dont la lecture soit facile ; le shunt à 1/100 est très convenable pour cette première mesure.

On multiplie le nombre α par le nombre S du shunt et on note le produit $\alpha \times S$.

2° On place la fiche du commutateur en L et on appuie de nouveau sur le bouton de la clef C. Le courant passe alors dans le galvanomètre, dans le conducteur et, par la terre ou la masse et la borne T, revient à la pile.

On obtient ainsi une déviation α' et on note comme précédemment le produit $\alpha' \times S'$, si S' est le nombre du shunt.

En appelant X la résistance cherchée, nous avons :

$$\frac{\alpha \times S}{\alpha' \times S'} = \frac{X}{10\,000}$$

d'où l'on tire : $X = \frac{\alpha \times S \times 10\,000}{\alpha' \times S'}$ (1)

Exemple. — Dans la première lecture soit $\alpha = 15$ avec le shunt à 1/100 nous avons : $\alpha \times S = 1\,500$.

Dans la deuxième lecture soit $\alpha' = 5$ sans shunt, nous avons : $\alpha' \times S' = 5$, et alors :

$$X = \frac{15\,000\,000}{5} = 3 \text{ mégohms.}$$

Le produit $\alpha \times S$ est le même dans chaque expérience ; on peut donc se dispenser d'effectuer à chaque opération la première mesure et se contenter de la deuxième ; mais alors il faut vérifier de temps en temps si ce produit $\alpha \times S$ reste bien constant, car il tend à se modifier par suite de l'épuisement de la pile.

Pratiquement on peut encore opérer de la manière suivante :

Reprenons l'équation (1).

On connaît généralement par avance la résistance minima d'isolement que doit avoir la ligne considérée ; cette résistance minima R, mesurée avec l'appareil, correspondrait à une déviation α'', le galvanomètre étant shunté à $\frac{1}{S''}$.

Nous pouvons donc dire que, toutes les fois que le produit $\alpha' \times S'$ sera plus petit que le produit $\alpha'' \times S''$, la ligne sera bien isolée ; le contraire aurait lieu si $\alpha' \times S'$ était plus grand que $\alpha'' \times S''$.

Exemple. — Soit une ligne qui doit avoir 3 mégohms comme résistance d'isolement pour se trouver dans de bonnes conditions ; supposons comme précédemment : $\alpha \times S = 1\,500$, nous avons alors :

$$\alpha'' = 5 \text{ et } S'' = 1$$

Toutes les fois que nous vérifierons cette ligne nous opérerons sans shunt et, lorsque nous obtiendrons une déviation inférieure ou égale à 5, nous serons en droit de conclure que la ligne est bien isolée ; la conclusion inverse s'imposerait si l'on obtenait une déviation plus grande que 5.

Ainsi comprises, les mesures de résistance d'isolement deviennent très rapides ; elles ne sont plus que de simples vérifications, mais elles donnent néanmoins, ainsi appliquées, des résultats très suffisants pour la plupart des cas.

Le fonctionnement en parallèle des transformateurs, par W. Mordey [1]

Il n'y a pas bien longtemps, M. Mordey, traitant le sujet « de l'essai et du fonctionnement des alternateurs », avait entrepris de résumer en corps de doctrine les principes dont lui et ses collègues s'étaient servis, il y a quelques années, pour discuter les conditions pratiques de mise en parallèle des alternateurs. Des critiques de ses conclusions s'étaient élevées. M. Swinburne notamment avait formulé ses raisons théoriques. Les théories ne peuvent être mieux étudiées, dit M. Mordey, qui est revenu sur la question, que lorsque leur essai s'applique à des faits définis et clairement précisés.

Le point en litige est celui-ci : « J'établissais, en effet, dit-il, que deux alternateurs semblables, pareillement excités, actionnés par des moteurs séparés, pouvaient fonctionner en parallèle, et que, par une réduction suffisante de la quantité de vapeur fournie au moteur de l'un ou l'autre

[1] *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 62, n° 207.

Digitized by Google

alternateur, le courant provenant de cette machine pouvait être amené à zéro, pratiquement du moins, sans altérer le régime d'excitation.

J'expliquais qu'en enlevant un alternateur d'un circuit où il fonctionne en parallèle, la consommation de vapeur serait réduite jusqu'à ce que cette condition fût atteinte, et qu'alors l'armature sera mise hors circuit; qu'en mettant un alternateur en quantité avec un autre, le moteur eut suffisamment de vapeur pour conduire la machine à une vitesse synchronique; qu'intercalé alors l'alternateur gardera simplement le synchronisme, en n'accomplissant aucun travail dans le circuit extérieur et n'en recevant aucun. L'ammètre montrera qu'aucun courant — ou seulement un très petit — ne circule entre les deux machines. » Et que « le réglage du courant dans chaque alternateur individuellement se fait entièrement par le réglage de la quantité de vapeur fournie à chaque moteur, et que le réglage de la force électromotrice s'opère, somme toute, par le réglage de l'excitation affectant simultanément tous les alternateurs ».

Ceci fut critiqué par M. Swinburne qui disait que je m'étais mépris, que, pour ramener le courant à zéro, ou pratiquement à zéro, l'excitation doit être réduite jusqu'à ce que l'armature donne la tension de la station, autrement le courant de charge nulle doit être suffisamment fort pour réduire la tension de l'armature, par réaction d'induit, à une valeur égale à la tension de la station. Avant d'enlever des alternateurs d'un circuit où ils étaient en parallèle, j'avais l'habitude de ramener le courant à zéro pratiquement, — c'est-à-dire à 3 ou 4 ampères dans un alternateur de 60, les lectures de notre ammètre ne descendant plus bas — sans changer l'excitation. Pour cette raison, j'avais quelque difficulté à croire que la chose fût impossible.

En dehors de toutes théories, la question est simplement celle-ci : « Est-il possible ou pratique, en restreignant l'afflux de vapeur, sans diminuer l'excitation, de réaliser la condition que l'ammètre ne décèle aucun courant, ou seulement un courant très faible circulant entre les deux machines? » Cette question fut posée à plusieurs ingénieurs s'occupant de ces phénomènes; voici leurs réponses :

M. Shepherd, directeur des ateliers de la « Bournemouth Company » écrit : « Je ne trouve aucune diffiulté quelconque à réduire pratiquement le courant à zéro au moyen du régulateur et de la valve d'admission. Je ne modifie pas le champ d'excitation de la machine avant de l'enlever du circuit, puisque cela n'est pas nécessaire ».

M. Johnson, directeur et ingénieur de la Compagnie d'éclairage électrique de Sheffield, déclare: « Nous pouvons — et nous le faisons — ramener pratiquement le courant à zéro en diminuant l'afflux de vapeur. Nous ne changeons pas l'excitation de la machine, avant de l'éliminer du circuit. » M. Clirehugh, ingénieur de la Compagnie des fils isolés de Prescott, dit: « Nous réussissons à réduire pratiquement le courant à zéro par l'action de la valve de vapeur sans restreindre l'excitation. On observe, cependant, une légère vacillation de lumière, qui est évitée si nous réduisons l'excitation. » MM. Sillar et Lawson, qui ont installé à Bangkok cinq alternateurs de 100 kilowatts (2 000 volts) écrivent: « Les alternateurs sont excités en parallèle par une source commune. Au moment de les retrancher du circuit, nous réduisions l'arrivée de vapeur à la soupape d'arrêt jusqu'à ce que l'intensité du courant de la machine fût de 4 à 5 ampères; nous n'avons pas essayé de franchir cette valeur. L'excitation n'était pas changée jusqu'après la mise hors circuit. Nous mettons les alternateurs en parallèle, en nombre variable, cinq même, suivant la charge. »

En traitant ce sujet dans ses lignes générales, il n'est pas nécessaire de faire allusion à la petite différence d'excitation nécessitée par la variation de résistance des machines à chaud et à froid. On y pourvoit aisément par l'introduction d'une faible résistance dans le champ de chaque alternateur, mais ce n'est pas une nécessité absolue, nous avons fréquemment marché sans elle.

Les remarques précédentes sont applicables aux machines genre Mordey et non à d'autres; elles pourraient l'être cependant.

E. D.

Une locomotive électrique de 30 tonnes à attaque directe sur essieu.

Cette locomotive a été construite dans les ateliers de la Compagnie générale électrique de New-York. Elle figurera prochainement à l'Exposition de Chicago. Elle a été étudiée pour marcher à la vitesse normale de 50 km à l'heure. Son poids brut de 30 tonnes, utilisé totalement pour l'adhérence, est réparti sur les deux essieux. La machine repose sur quatre roues de 1,10 m de diamètre. Elle a une longueur de 4,95 m, une hauteur de 3,45 m et une largeur de 2,50 m. Les barres d'attelage sont établies à une hauteur de 0,75 m au-dessus du niveau des rails — c'est la hauteur adoptée par le chemin

Digitized by Google

de fer aérien de New-York. — L'effort de traction exercé par chaque moteur est de 2 700 kg.

Chaque essieu est pourvu d'un moteur monté directement sur l'axe, par conséquent, l'effort total au démarrage serait de 5 400 kg. Les moteurs sont suspendus sur le châssis à l'aide de ressorts à boudins. Ce mode de suspension latérale laisse une très grande liberté aux roues de s'adapter

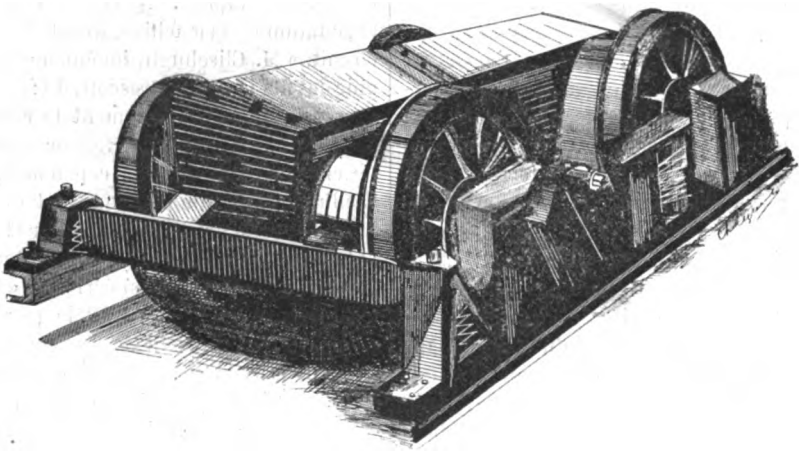


Fig. 1.

aux irrégularités de la voie, il en résulte moins d'usure des moteurs et en même temps de la voie. La figure 1 indique ce mode de montage, la figure 2 représente à la fois une demi-section longitudinale et une vue en élévation de la locomotive.

La carcasse des inducteurs est en fonte de fer,

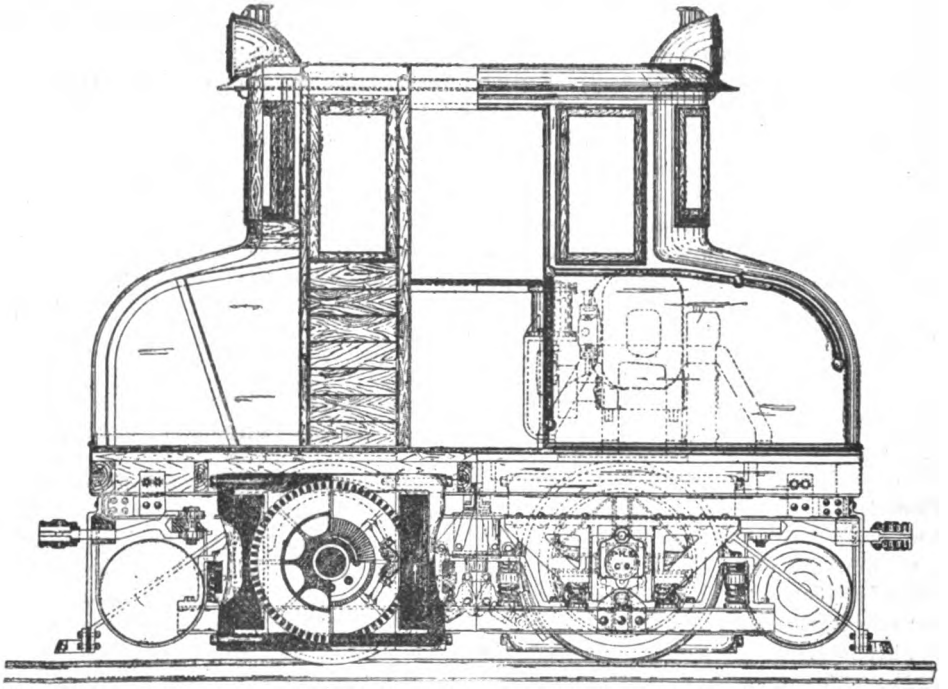


Fig. 2.

les bobines inductrices sont chaussées sur les noyaux cylindriques. Les armatures sont du type dit « iron clad », les sections d'enroulement sont noyées dans des mortaises revêtues de mica, pratiquées à la périphérie de l âme constituée par un assemblage de tôles de fer laminées. Les essieux de la locomotive sont enrobés dans l'arbre creux sur lequel est calée l'armature de chaque

Digitized by Google

moteur. Les arbres des induits reposent sur des coussinets supportés par le châssis des moteurs, ils sont reliés aux essieux par des joints d'accouplement universels qui procurent une certaine liberté de mouvement dans toutes les directions. Il y a deux paires de balais pour chaque collecteur.

Le fonctionnement des moteurs est gouverné par un régulateur à séries parallèles. Cet appareil permet d'obtenir un démarrage graduel et plus aisé des moteurs.

L'aspect extérieur de la voiture-locomotive révèle la préoccupation de diminuer les effets de la résistance de l'air. L'intérieur de la caisse est garni de bois dur. On accède à la plate-forme par deux portes latérales roulantes ; la disposition des fenêtres n'entrave aucunement la vue. Un fanal existe à l'avant et à l'arrière; ces deux appareils sont placés dans la toiture de la voiture.

La prise du courant sur les conducteurs émanant de l'usine centrale génératrice s'effectuera suivant les circonstances locales, de sorte qu'elle pourra avoir lieu soit par trolley, soit par contact frottant sur un rail, comme c'est le cas de Liverpool.

La locomotive est pourvue de frein à air comprimé par un compresseur mû électriquement et qui actionne aussi les sifflets. La pompe à air est à cylindre oscillant. Sa marche est réglée par un rhéostat qui lui-même est automatiquement manœuvré par l'air sous pression, au moyen d'un dispositif ingénieux. — E. D.

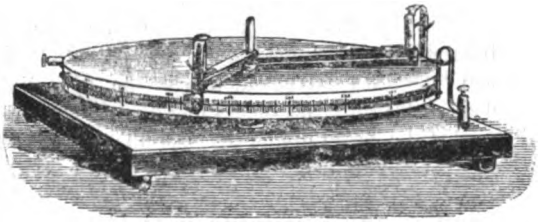
Appareil destiné à l'explication du pont de Wheatstone, par K. Noak

Le dispositif que nous examinons a été conçu en vue de traiter les principes sur lesquels repose le pont de Wheatstone, devant un auditoire public.

Au centre d'un socle en bois de forme carrée émerge une cheville métallique, sur laquelle se meut, à frottement doux, un disque en bois de 33 centimètres de diamètre. A la périphérie, est collée une échelle dont la division en millimètres va de zéro à 1000. Dessus se place le fil de mesure.

Sur les deux extrémités de celui-ci sont vissés deux petits blocs de cuivre ne recouvrant pas les divisions, mais limitant exactement une longueur de 1 000 mm et laissant entre eux un intervalle de quelques millimètres. Une borne termine chaque bout du fil, une seule est visible sur la gauche de la figure.

Dans un angle du socle, se trouve également une borne munie d'un ressort en laiton à contact en platine exerçant une presion sur le fil circulaire. Un verrou permet de supprimer le contact. Celui-ci est façonné en forme de couteau dont le coupant peut être établi en un point quelconque du fil par la rotation du disque.



Deux bras en laiton surmontent le disque, tournant autour de la cheville centrale comme axe. Il portent chacun à leur extrémité une borne isolée par de l'ebonite, garnie d'une lame de laiton infléchie pour lui donner du ressort, pourvue aussi d'un couteau en platine semblable à celui qui vient d'être mentionné. La manœuvre d'un petit verrou supprime le contact.

Ce simple arrangement rend commodes les multiples démonstrations de cours.

E. D.

Traction électrique par conducteur souterrain

Dans ce système le conducteur est placé dans le chenal souterrain de mêmes dimensions que celles employées dans la traction par câble. De distance en distance, espacées d'environ 1,20 m, des consoles consolident le système. Le dessin ci-contre ne reproduit pas les consoles : elles sont, au surplus, similaires à celles des conduites pour câble, mais de construction plus légère. Le rail à rainure est situé à 0,225 m au-dessus du fond de la cuvette. La section du chenal est d'environ 16 décimètres carrés ; il contient un tube intérieur de 3,800 décimètres de surface.

Ce tube interne est disposé latéralement au chenal, il est étanche jusqu'au niveau de la rainure longitudinale qui donne passage à l'autre support du trolley. Le compartiment ainsi créé met à l'abri de l'eau tout ce qu'il contient, même si le chenal était envahi par les eaux jusqu'à une hauteur laissant un intervalle de $0^{m},15$ en-dessous du niveau de la voie. Par l'adjonction du tube au chenal, on peut admettre dans celui-ci un volume d'eau dépassant d'un tiers la quantité que tout autre chenal de même section, mais dépourvu de chambre étanche, serait susceptible de recevoir, et cela sans nuire à l'exploitation.

Digitized by Google

Une languette fixe, disposée sous une des lèvres du rail empêche l'eau d'égouttement de pénétrer dans le tube ; sa situation inclinée met également obstacle à l'interposition de matières boueuses sur le passage du trolley.

Le fil conducteur est un tube de cuivre reposant sur des isolateurs. Il y a un intervalle libre d'environ 0,125 m tout autour du conducteur, de telle sorte qu'en marchant au potentiel de 500 volts il n'y ait pas de danger de formation d'arc entre lui et les pièces métalliques environnantes. Le profil donné au bas du trolley fait qu'aucune gouttelette ou fange ne peut y adhérer et causer un court-circuit entre le fil et le voisinage métallique.

Dans le bras du trolley, le conducteur consiste en une mince feuille de cuivre, enveloppée de matière isolante et protégée à l'extérieur par une gaine en acier dont l'avant et l'arrière sont taillés en coutre de charrues. Le bras du trolley est fixé au châssis du véhicule par un ressort ; sa liaison avec le moteur est élastique. Les rebords de la gorge du trolley lui servent de guide, et le mode d'attache du bras sur le châssis empêche tout mouvement latéral.

E. D.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Épuration des eaux potables par l'électricité. — L'action réductrice des oxydes métalliques a déjà été utilisée pour la stérilisation de l'eau potable : à Amiens, à Libourne, plus récemment à Boulogne-sur-Mer, et enfin dans plusieurs villes d'Angleterre, on purifie l'eau destinée à l'alimentation, par un brassage énergique avec de la limaille ou de la grenaille de fer. La *Stanley Electric Company* de Philadelphie, vient d'organiser en grand des appareils purificateurs.

L'eau arrive dans un électrolyseur contenant comme électrodes négatives des plaques de charbon. Sous l'influence d'un courant intense, l'eau se décompose, forme de l'ozone, et la plaque de fer se transforme rapidement en oxyde de fer, qui, d'après les études bactériologiques faites, détruit tous les ferments. Un filtre à sable débarrasse ensuite l'eau de l'oxyde de fer qu'elle a pu entraîner. — M.

Les comptes de l'éclairage électrique municipal de Glasgow. — L'exercice des quinze premiers mois de son existence cause un déficit de 44 325 fr.

Les dépenses totales, depuis le 1er mars 1892 jusqu'au 31 mai 1893, se sont élevées à 168 600 fr. les recettes ont produit 194,600 fr. Comme, sur ce compte, on a prélevé 70 300 fr pour intérêts et amortissement du capital, le bénéfice apparent de 25 975 fr s'est mué en la perte susmentionnée. La direction doit se préoccuper des moyens de ramener l'équilibre dans son budget. — D.

La répartition du potentiel dans l'arc soumis à une pression atmosphérique. — M. Carter, naguère, avait indiqué que le fait de soumettre l'arc électrique à un accroissement de pression devait augmenter sa température et son rendement, et produire une plus grande quantité de lumière émise de charbon d'une section et d'un modèle donnés.

M. Duncan et ses collaborateurs, ayant repris l'étude de cette question, ont montré qu'entre 1 et 10 atmosphères il existe une différence très considérable dans le voltage de l'arc et ils indiquent que la puissance et le rendement lumineux augmenteraient avec la pression. Il résulterait de ces recherches que le projet de faire fonctionner des arcs dans le vide en vue d'économiser le charbon qui a sollicité les efforts de beaucoup d'inventeurs, aurait pour effet un accroissement de watts consommés par bougie, dû à la basse température qu'aurait l'arc. — D.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 139 26 Aout 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

UN CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE SOUTERRAIN A BRUXELLES

Sans contredit, Bruxelles est une des villes les mieux outillées au point de vue des transports en commun, elle est dotée d'un réseau très satisfaisant de voies de tramways, sillonnant, non pas seulement les grandes artères et les avenues principales, mais pénétrant, au moyen de véhicules déraillables, dans tous les quartiers de la cité, suivant des rues dont les déclivités sont souvent considérables et dont les profils tourmentés rendent le service très pénible. De plus, il y existe quelques pénétrations de lignes de chemins de fer vicinaux, des omnibus ordinaires.

Les statistiques accusent qu'au cours de l'année de 1890 la Société des tramways bruxellois, qui exploite un réseau d'environ 35 km, avec une cavalerie de 696 chevaux et un matériel roulant de 108 voitures, a transporté par jour 44 416 voyageurs et, en une année, 16 211 966 voyageurs, qui ont rapporté une recette totale de 2 829 867 fr.

La traction animale — oh ! nous ne serons point adorablement naïf au point d'en annoncer la disparition prochaine, non, — mais il n'est pas excessif de la caractériser comme un *mode lent* de transport [1]. En outre, pour un réseau donné, avec son matériel, ses installations d'écurie et d'approvisionnement de fourrages et d'avoine pour les chevaux, elle est, pour ainsi dire, figée dans son module actuel. Manque d'élasticité inconciliable avec la fréquence des départs que réclame de plus en plus l'activité sans cesse grossissante des grandes villes.

Nous n'avons pas l'intention de reproduire les considérations générales et particulières que nous avons maintes fois développées, militant en faveur de l'adoption d'un autre système de traction. La substitution des procédés électriques à la traction animale a été décidée pour l'exploitation de certaines lignes appartenant aux tramways bruxellois ou aux chemins de fer vicinaux. Les travaux des nouvelles installations sont en cours d'exécution, si nos informations sont exactes. Par conséquent, nous aurons prochainement un champ d'expériences assez vaste, qui nous fournira ample moisson d'enseignements pratiques.

En dépit des nombreux moyens de transport en commun mis à sa disposition, la population active de Bruxelles demeure incomplètement satisfaite. En une certaine mesure, ce mécontentement semble justifié.

Jetons les regards sur un plan de la ville (fig. 1) et supposons un voyageur se trouvant près de la Bourse du commerce, désirant se rendre promptement et sans trop de dépenses soit à la porte de Schaerbeck, soit à la porte de Namur, à la gare de Luxembourg ou bien à l'église de Saint-Josse-ten-Noode. Dans la plupart des circonstances, il fera plus rapidement le trajet de pied que par les autres moyens de locomotion à bon marché dont le public dispose actuellement. Il reste donc une lacune à combler.

Est-il possible, sans nuire au trafic des lignes actuellement existantes, d'augmenter encore, considérablement, et avec profit, le nombre des voyageurs vers le centre de la ville de Bruxelles ?

[1] Voir l'*Électricien*, n° 110, p. 79, du 4 février 1893.

Digitized by Google

Nous rencontrons, à cet égard, l'opinion affirmative de M. Alph. Müllender, consul des États-Unis en Belgique. Son opinion est fondée sur l'étude, qu'il fit sur place, du mouvement et du trafic des villes principales d'Europe et d'Amérique.

Les statistiques prouvent que plus il y a de facilités de transport dans un grand centre de population — tel que celui de Bruxelles et de son agglomération dont le chiffre d'habitants atteindra un million, d'ici à peu d'années, — plus le public en profite, compen-

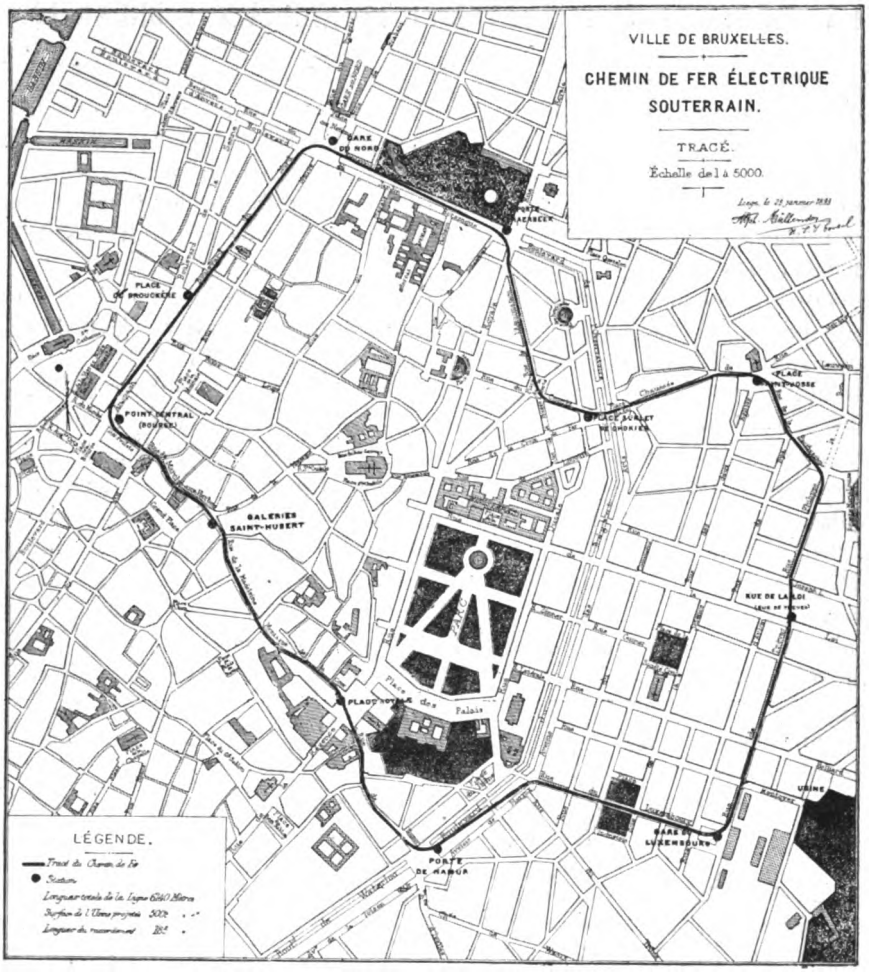


Fig. 1.

sant ainsi par une sorte de réciprocité inconsciente les efforts que déploie l'entreprise en vue de le satisfaire. En raison du résultat de ces constatations, M. Müllender présente au public de Bruxelles un perfectionnement du service des transports, par l'établissement d'un chemin de fer électrique souterrain.

Sous le rapport topographique, la ville de Bruxelles présente des reliefs très accidentés, les bosselures sont fréquentes et accusées, les communications entre les régions basses de la ville et les parties hautes s'effectuent par des rues montueuses, à déclivités très rapides, sous des infléchissements de directions brusques donnant lieu à des courbes de très petits rayons. Rien de comparable avec l'aspect de Liège notamment,

Digitized by Google

étalée en grande partie en terrains presque horizontaux sur les bords de la Meuse, au pied des coteaux élevés. Aussi les tramways liégois exploitent-ils au taux économique de 45,84 0/0, tandis que le coefficient d'exploitation des tramways bruxellois est de 76,10 0/0.

Le chemin de fer électrique souterrain proposé comporte onze stations figurées sur le plan (fig. 1) par des cercles noirs. La planche 2 représente la disposition projetée du tracé des tunnels ; la coupe verticale à travers les terrains indique, par les cotes correspondantes à la position de ces stations, que les différences de niveau sont assez sensibles.

La différence de niveau entre le haut et le bas de la ville est une entrave très sérieuse à la rapidité et la régularité des communications ; c'est une ville extrêmement fatigante à parcourir. Eh bien, pour relier les districts de la vallée à ceux de la montagne et supprimer la différence de niveau, M. Müllender projette d'établir dans le sous-sol de la ville, suivant un profil presque horizontal, un chemin de fer à traction électrique. Nous reproduisons les linéaments principaux de l'entreprise d'après des documents complets que nous communique le promoteur. Nous ne prêtons pas notre bras pour hausser l'œuvre plus haut, elle s'inspire de ses devancières réalisées déjà ou à exécuter prochainement, telles que le « City and South London Railway » et le « Tubulaire de Paris » — tiens mais, de ce tubulaire qui nous donnera des nouvelles, nous aimerions assez posséder un tuyau à son sujet, car le lecteur est avide d'informations.

L'auteur estime que, de toutes les villes de l'Europe, c'est à Bruxelles, vu l'inégalité de son sol, que le chemin de fer électrique souterrain sera le mieux approprié, qu'il rendra le plus de services et qu'il donnera, par le fait même, les meilleurs résultats au point de vue financier.

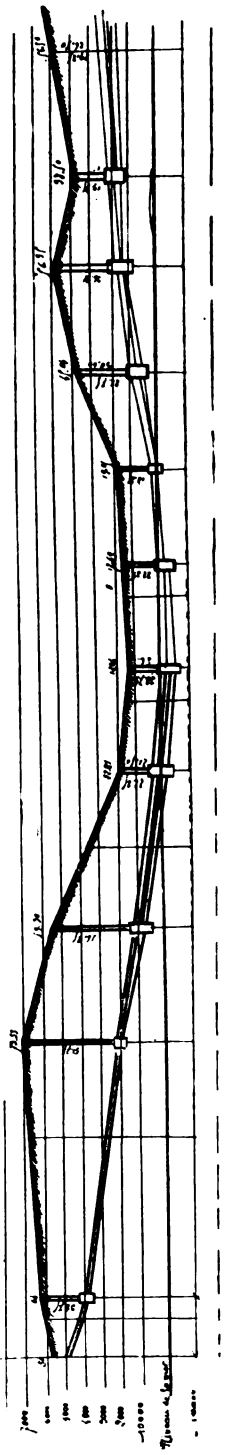


Fig. 2.

L'emplacement de l'usine centrale se trouverait être sur un terrain d'une superficie d'un demi-hectare, rue du Remorqueur, vis-à-vis de la rue Montoyer, par conséquent à proximité de la gare aux charbons du Luxembourg.

Les trains se composeront d'une locomotive électrique et de deux voitures, éclairées électriquement ainsi que les tunnels, les gares et les ascenseurs d'accès. Tous les signaux automatiques seront produits électriquement pour les départs et pour les arrivées des 12 ou 16 trains en activité (6 ou 8 dans chaque sens). Un service téléphonique complet, mettant en communication le haut et le bas de chacune des onze stations, sera installé, et chaque gare sera reliée téléphoniquement avec l'usine centrale génératrice.

Consommation de charbon. — Le charbon nécessaire à alimenter l'usine centrale est évalué à 30 tonnes par jour, pour une force motrice approximative de :

Digitized by Google

Traction	2 000 chevaux
Ascenseurs électriques	300 —
Éclairage	100 —
	2 400 chevaux, force motrice maximum.

Pratiquement, on compte sur une réserve d'environ 50 0/0 de la force motrice maximum.

Le tracé représente sensiblement un double cercle. Le remorquage des trains comporte un service permanent avec départ toutes les 2 1/2 minutes de chaque gare, dans

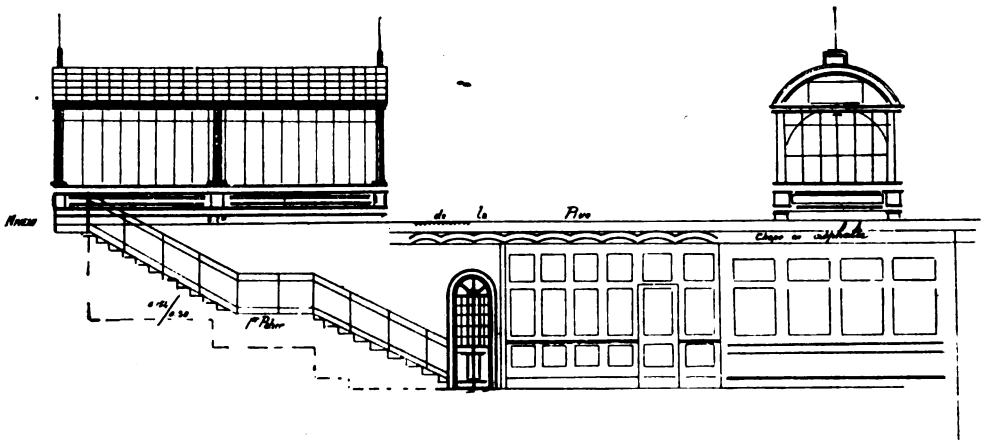


Fig. 3.

les deux sens, au moyen d'un double tunnel, à raison de 18 heures de traction par jour, soit de 6 heures du matin à minuit et d'une double équipe d'employés, dont chacune fournit 9 heures de travail quotidien. Le système bi-tubulaire éloigne toute crainte de collision des trains.

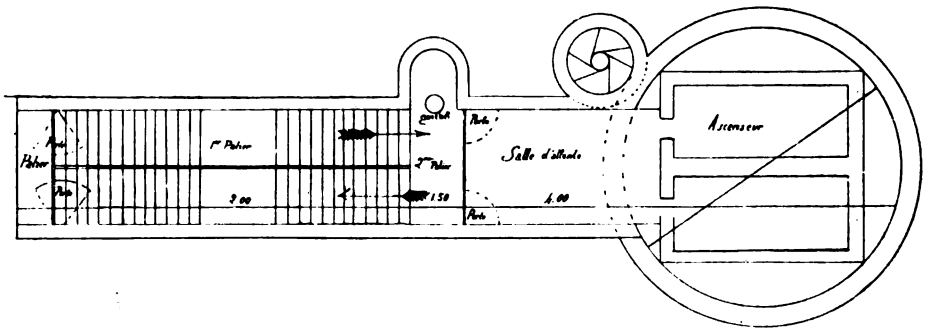


Fig. 4.

Sans doute, la Société des tramways bruxellois se verrait frustrée d'une grande partie de sa clientèle actuelle, mais elle pourrait s'entendre avec profit avec la Société du chemin de fer souterrain pour reporter et reculer une partie de ses lignes dans les nombreux et populeux faubourgs de Bruxelles. Nous traduisons ainsi la pensée de l'auteur du projet. De cette façon, un réseau alimenterait l'autre, et au lieu d'une perte par l'avènement d'un nouveau concurrent, les tramways y trouveraient avantage.

Il est certain que la disposition, en souterrain, du chemin de fer permet une marche

Digitized by Google

des trains bien plus rapide que s'il était au niveau des rues où les arrêts sont fréquents et l'encombrement possible.

La longueur de chaque voie sera d'environ 6 140 mètres, soit 12 280 mètres de tunnel en double circuit.

Gares. — Nous avons reproduit (fig. 3 et 4) le dessin donnant l'aspect des gares. Leur forme se rapproche de celle des kiosques ordinaires des tramways. Le public descendra deux escaliers de deux mètres, séparés par un large palier, pour arriver de plain pied dans la salle d'attente devant les ascenseurs ou bien devant l'escalier, au choix des voyageurs. Dans les endroits où l'on serait gêné par l'exiguïté du terrain disponible, les gares oblongues seraient remplacées par des constructions circulaires.

Chaque ascenseur sera capable d'élever quarante personnes adultes.

Durée nécessaire du travail de construction de la ligne. — L'estimation du temps nécessaire pour la construction de la ligne et de l'usine centrale est de deux années. Au surplus, ce travail pourra être exécuté assez rapidement si l'entrepreneur fait forer simultanément les onze puits et construit les onze stations souterraines. Les terres extraites seront utilisées à la fabrication de produits céramiques. Le double tunnel (fig. 2), en tubes métalliques, est placé de façon à conserver à la ligne une direction aussi horizontale que possible. Chaque tunnel aura trois mètres de diamètre.

I. — DEVIS ET ÉVALUATION DES DÉPENSES. CHEMIN DE FER ET TRAVAUX DU TUNNEL

1° Percement du tunnel. — 12 280 mètres	9 324 926 fr.	10	
2° Voie ferrée (à 70 594 le km)	431 042	30	
3° Voie ferrée pour les embranchements	37 650	»	
4° Gares	2 415 875	»	
	12 209 493	40	
5° 10 0/0 dépenses accidentelles	1 220 949	30	
			13 430 442 fr. 70

II. — MATÉRIEL D'INSTALLATION POUR UN SERVICE DE 16 TRAINS PARTANT TOUTES LES 2 1/2 MINUTES ET PORTANT CHACUN 60 VOYAGEURS

1° Moteurs à vapeur, chaudières, dynamos, locomotives, conducteurs métalliques, etc. etc	1 631 500 fr.	»	
2° Wagons y compris le matériel de réserve	401 600	»	
3° Ascenseurs	1 255 000	»	
4° Outillage de l'atelier et de l'usine	100 400	»	
			3 388 500 fr. »
			16 817 000 fr. »

III. — DÉPENSES ANNUELLES POUR CE SERVICE

1° Entretien de la voie ferrée, des stations et de l'usine centrale	25 100	fr.	
2° Locomotives et machines à vapeur	276 100	»	
3° Réparation des wagons	25 100	»	
4° Salaires pour le trafic et les ascenseurs	326 300	»	
5° Dépenses générales	50 200	»	
6° Imprévus	56 200	»	
			759 000 fr. »

Ce devis et ces évaluations sont l'œuvre de M. Greathead, ingénieur consultant. Au chiffre ci-dessus de 16 817 700 fr., M. Müllender ajoute 683 000 fr. pour coût du terrain

Digitized by Google

de la station centrale, construction de l'usine, divers et imprévus, ce qui porte à 17 1/2 millions de francs le capital nécessaire, amortissable en 90 ans, au taux de 5 0/0.

DEVIS APPROXIMATIF DES DÉPENSES ANNUELLES

Frais de personnel ouvrier pour la traction dans l'hypothèse de huit trains dans chaque direction	378 432 fr. »	
Conseil d'administration, directeur, ingénieurs-électriciens, caissier, deux employés et deux contrôleurs, etc	50 500 »	
Total pour le personnel roulant et administratif		428 932 fr. »
Charbon. — 3 wagons de 10 tonnes par jour, à 12 fr. la tonne	131 400 fr. »	
Huiles et graisses. — 100 kg par semaine, à 0,60 fr. le kg	3 120 »	
Police d'assurance contre les accidents	15 000 »	
Eau pour l'usine	10 000 »	
Entretien électrique. — Réparation, fourniture et entretien du matériel	25 000 »	
Frais de bureau et d'administration	50 000 »	
Amortissement du matériel, réserve, divers et imprévus	89 548 »	
		324 068 fr. »
Total		753 000 fr. »
En ajoutant à cette somme l'annuité de l'amortissement du capital 17 1/2 millions à 5 0/0, soit		885 974 42
La dépense annuelle s'élèvera à		1 638 974 fr. 42

ÉVALUATION DES RECETTES

Un service de trains de toutes les 2 1/2 minutes, qu'il soit fait par six trains à 15 minutes par voyage ou par huit trains à 20 minutes par voyage, donne en tous cas 24 voyages par heure dans chaque direction ou, pour les deux tunnels, 48 voyages à l'heure, soit, pour 18 heures de service, 864 voyages par jour et pour une année un total de 315 360 voyages.

Les dépenses d'exploitation du service de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé se montant à 1 638 974,42 fr; pour arriver à l'équilibre des recettes et des dépenses, il faut que chacun des 315 361 voyages d'une année fournisse une recette de 5,24 fr.

Or, en supposant que les onze gares prennent ensemble, par voyage et par train, 5 voyageurs de 1re classe à 0,30 fr ..... fr 1,50
et 19 voyageurs de 2e classe à 0,20 fr 3,80

avec 24 personnes par train et par voyage, on obtiendra une recette moyenne de fr 5,30

Il n'est pas téméraire de penser que la recette annuelle atteindra rapidement 2 428 272 fr, correspondant à 10 406 880 voyageurs transportés.

Tel est résumé en ses proportions principales le projet de cette importante entreprise. Elle présente quelques innovations intéressantes, notamment l'abonnement impersonnel rompant avec les habitudes surannées et tracassières des compagnies de chemin de fer, la réduction à 9 heures de la journée de travail du personnel. Aussi bien, elle mérite de fixer l'attention et appelle la discussion.

Em. DIEUDONNÉ.

Digitized by Google

CONTRIBUTION THÉORIQUE A L'ÉTUDE DES CHAMPS MAGNÉTIQUES TOURNANTS

(*suite et fin*[1])

Couples magnétiques constants. — On peut faire disparaître toutes les fluctuations du couple W si l'on installe sur l'arbre tournant Z'OZ, conjointement avec la spire ABCD, une seconde spire identique, A'B'C'D', dont le plan sera perpendiculaire au plan de la première (fig. 11). Cette seconde spire fonctionne, en effet, dans les mêmes conditions que sa congénère, avec cette seule différence qu'elle présente une avance de phase dont la valeur est

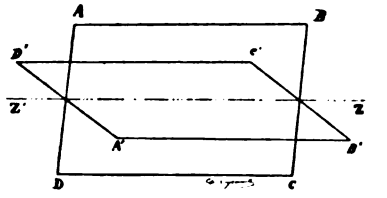


Fig. 11.

$$\frac{\tau}{4} = \frac{\pi}{2m};$$

le couple résistant W', provenant de la seconde spire, s'obtient donc en remplaçant t par $t + \frac{\pi}{2m}$ dans le second membre de la formule (13), ce qui donne

$$W' = \frac{m}{2R} H^2 S^2 \cos m\theta \,[\sin m\theta + \sin m\,(2t - \theta)]. \qquad (14)$$

La somme des valeurs W et W', qui représente le moment du couple magnétique résistant par lequel le système des deux spires est sollicité, se réduit à

$$W + W' = \frac{m}{2R} H^2 S^2 \sin 2m\theta; \qquad (15)$$

elle est absolument constante, c'est-à-dire indépendante du temps t.

Les côtés AD et BC de la première spire ne contribuent pas à la création du courant induit qui la parcourt, puisqu'ils ne font aucune coupure de flux magnétique ; ils ne contribuent pas non plus à la création du couple W. De même les côtés A'D' et B'C' de la seconde spire ne contribuent ni à la création du courant induit, ni à celle du couple W' ; il en résulte que l'on peut sans inconvénient souder AD et A'D' à leur point de rencontre et faire de même pour BC et B'C'.

Plus généralement, installons sur l'arbre tournant un système de n spires dont les plans diviseront l'espace, autour de Z'OZ, en $2n$ angles dièdres égaux entre eux (fig. 12). Les valeurs des moments des couples magnétiques relatifs à deux spires consécutives ne diffèrent entre elles qu'en raison de la substitution de $t + \frac{\pi}{nm}$ à t, pour tenir compte de l'avance de phase.

$$\frac{\tau}{2n} = \frac{\pi}{nm};$$

si donc, nous posons, pour simplifier les écritures,

$$m(2t - \theta = \varphi,$$

la somme des moments des n couples magnétiques aura pour valeur

$$\frac{m}{2R} H^2 S^2 \cos m\theta \left[n \sin m\theta + \sin\varphi + \sin\left(\varphi + \frac{2\pi}{n}\right) + \ldots + \sin\left(\varphi + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right];$$

d'après la formule trigonométrique relative à la somme de sinus d'arcs en progression

[1] Voir *Électricien*, n° 134, p. 49 ; n° 135, p. 75, et n° 138, p. 122.

Digitized by Google

arithmétique, la somme de ce genre qui figure dans la parenthèse est identiquement nulle; par conséquent la somme $\mathfrak{M}$ des moments magnétiques prend la valeur constante

$$\mathfrak{M} = \frac{nm}{4R} H^2 S^2 \sin 2m\theta. \tag{16}$$

En tenant compte de la formule

$$\operatorname{tg} m\theta = \frac{mL}{R}$$

on trouve

$$\mathfrak{M} = \frac{n}{2L} H^2 S^2 \sin^2 m\theta = \frac{nH^2 S^2 L m^2}{2(R^2 + L^2 m^2)} \tag{17}$$

Moteur à champ tournant. — Toutes les formules que nous venons d'établir sont relatives à un induit tournant avec la vitesse angulaire uniforme

$$m = \Omega - \omega$$

dans un champ magnétique uniforme d'intensité H.

Il suffit d'imprimer par la pensée au champ magnétique inducteur et à l'induit une rotation commune, en sens contraire de la rotation Ω et avec la même vitesse angulaire, pour obtenir un *moteur à champ inducteur tournant*. L'induit tourne dans le même sens que le champ magnétique, avec la vitesse $\omega < \Omega$.

Le moment du couple que le champ magnétique développe sur l'induit conserve la valeur absolue $\mathfrak{M}$ calculée ci-dessus mais, comme la rotation de l'induit a changé de sens sans que la valeur de $\mathfrak{M}$ ait changé de signe, nous obtenons un couple *moteur* au lieu d'un couple *résistant*. On a, par conséquent, un couple moteur

$$\mathfrak{M} = \frac{nH^2 S^2 L(\Omega - \omega)^2}{2[R^2 + L^2(\Omega - \omega)^2]}, \tag{18}$$

lequel, en marche normale à vitesse uniforme, fait équilibre au couple qui provient des résistances passives et utiles opposées à la rotation de l'induit. Si toutes ces résistances étaient supprimées, la valeur de $\mathfrak{M}$, en régime normal, devrait s'annuler, en sorte qu'on devrait avoir $\omega = \Omega$; alors, en effet, les flux magnétiques inducteurs traversant les diverses spires devenant constants, les forces électromotrices d'induction s'évanouiraient et ne produiraient plus de courants. Si l'on suppose que ω décroisse depuis Ω jusqu'à zéro, $\mathfrak{M}$ croîtra depuis zéro jusqu'à

$$\mathfrak{M}_0 = \frac{nH^2 S^2 L\Omega^2}{2(R^2 + L^2\Omega^2)}; \tag{19}$$

par conséquent *c'est au démarrage que le moment du couple moteur prend sa valeur la plus grande*. Si pendant la marche normale avec la vitesse quelconque ω, le couple résistant utile augmente ou diminue, ω diminue ou augmente, et $\mathfrak{M}$ varie dans le même sens que le couple résistant.

Comme les n circuits de l'induit sont respectivement parcourus par des courants polyphasés dont la période est

$$\tau = \frac{2\pi}{\Omega - \omega},$$

l'induit crée, en son centre de figure O, un champ magnétique tournant autour de l'axe Z'OZ; si l'induit était immobile, la vitesse angulaire de rotation de ce champ magnétique serait égale à $\Omega - \omega$; mais, comme l'induit tourne avec la vitesse ω qui s'ajoute à la précédente, le champ magnétique créé par l'induit tourne avec la même vitesse Ω que le champ magnétique inducteur, et dans le même sens.

La puissance mécanique créée par le couple moteur $\mathfrak{M}$ a pour valeur

$$\mathfrak{M}\omega = \frac{n\omega H^2 S^2 L(\Omega - \omega)^2}{2[R^2 + L^2(\Omega - \omega)^2]}, \tag{20}$$

Digitized by Google

ou, sous la forme équivalente, déduite de la formule (16),

$$\mathfrak{M}_\omega = \frac{nm\omega H^2 S^2 \sin 2m\theta}{4R}. \tag{21}$$

D'autre part, l'intensité moyenne du courant dans chacun des circuits induits est, d'après les formules (2), (6) et (7)

$$I_{moy.} = \frac{mHS\cos m\theta}{R\sqrt{2}} = \frac{(\Omega-\omega)HS}{\sqrt{2[R^2+(\Omega-\omega)^2L^2]}}; \tag{22}$$

sa plus grande valeur se produit pour $\omega = o$, c'est-à-dire au moment du démarrage. La puissance électrique moyenne dans l'ensemble des n circuits induits est, par conséquent,

$$nRI^2_{moy.} = \frac{nm^2H^2S^2\cos^2 m\theta}{2R} = \frac{n(\Omega-\omega)^2H^2S^2R}{2[R^2+(\Omega-\omega)^2L^2]} \tag{23}$$

Le *rendement électrique* de l'induit moteur a pour valeur

$$C = \frac{\mathfrak{M}\omega}{\mathfrak{M}\omega + nRI^2_{moy.}},$$

soit, d'après les formules (21), (23) et (7),

$$C = \frac{\omega \operatorname{tg} m\theta}{\omega \operatorname{tg} m\theta + m} = \frac{1}{1+\frac{R}{\omega L}}; \tag{24}$$

ce rendement s'annule avec ω et croît en même temps que cette vitesse angulaire de l'induit. En remarquant que la formule (7)

$$\operatorname{tg} m\theta = \frac{mL}{R} = \frac{(\Omega-\omega)L}{R},$$

donne

$$\frac{R}{\omega L} = \left(\frac{\Omega}{\omega}-1\right)\operatorname{cotg} m\theta,$$

on peut écrire la valeur du rendement ρ sous la forme

$$\rho = \frac{1}{1-\operatorname{cotg} m\theta + \frac{\Omega}{\omega}\operatorname{cotg} m\theta}. \tag{25}$$

Si l'on regarde comme déterminées les deux vitesses angulaires Ω et ω, il convient de choisir les données de la construction de manière que la valeur de θ rende celle de ρ aussi voisine que possible de l'unité. Or la formule (25) peut s'écrire sous la forme

$$\frac{1}{\rho} - 1 = \left(\frac{\Omega}{\omega}-1\right)\operatorname{cotg} m\theta;$$

on a donc intérêt, au point de vue du rendement, à rendre la cotangente de l'angle $m\theta$ aussi faible que possible eu égard aux autres conditions à remplir. D'autre part, la formule (16)

$$\mathfrak{M} = \frac{nmH^2S^2}{4R}\sin 2m\theta$$

devant donner pour $\mathfrak{M}$ une valeur positive, montre que la plus grande valeur admissible pour $m\theta$ est

$$m\theta = \frac{\pi}{4}; \tag{26}$$

on a alors simplement

$$\rho = \frac{\omega}{\Omega}, \tag{27}$$

**

Digitized by Google

en sorte que *le rendement électrique de l'induit devient égal au rapport des deux vitesses angulaires* ω *et* Ω. En rapprochant la formule (3)

$$\tau = \frac{2\pi}{m}$$

de la formule (26), on voit que l'on doit avoir

$$\theta = \frac{\tau}{8}, \tag{28}$$

c'est-à-dire que *le retard de phase du courant sur la force électromotrice doit être égal au huitième de la période du courant.*

La condition définie par l'équation (26) peut aussi, en vertu de la formule (7), s'écrire sous la forme

$$\frac{L}{R} = \frac{1}{\Omega - \omega}; \tag{29}$$

par conséquent, puisqu'il importe, pour obtenir un bon rendement, que la différence $\Omega - \omega$ soit faible, on est conduit à faire prendre au rapport $\frac{L}{R}$ une très grande valeur (on intercalerait au besoin dans chacune des spires un condensateur destiné à diminuer la valeur du coefficient de self-induction L). La formule

$$\tau = \frac{2\pi}{m} = \frac{2\pi}{\Omega - \omega}$$

montre d'ailleurs que, si la différence $\Omega - \omega$ a une faible valeur relativement à Ω, la période τ du courant induit sera beaucoup plus longue que la période T du champ inducteur tournant ; cette période T ayant en effet pour valeur

$$T = \frac{2\pi}{\Omega},$$

on a

$$\frac{\tau}{T} = \frac{\Omega}{\Omega - \omega}. \tag{30}$$

En résumé, les deux conditions à remplir pour obtenir le meilleur rendement possible d'un moteur à champ tournant sont théoriquement les suivantes :

1° Rendre aussi voisin que possible de l'unité le rapport de la vitesse angulaire ω de l'induit à la vitesse angulaire Ω (plus grande que ω) du champ magnétique tournant ;

2° Faire en sorte que le retard de phase θ du courant induit soit égal au huitième de la période τ de ce courant, ce qui exige que cette période ait pour valeur

$$\tau = \frac{2\pi}{\Omega - \omega} = \frac{2\pi L}{R} = \frac{\Omega}{\Omega - \omega} T \tag{31}$$

L et R désignant respectivement le coefficient de self-induction et la résistance d'une spire de l'induit, T désignant la durée de la période du champ inducteur tournant.

On peut se donner *a priori* la valeur de T (soit, par exemple $\frac{1}{50}$ de seconde), ainsi que la valeur du rapport

$$\frac{\Omega}{\omega} = \rho,$$

qui sera aussi la valeur du rendement électrique (soit, par exemple, 95 0/0). La valeur correspondante du rapport de L à R sera

$$\frac{L}{R} = \frac{T}{2\pi(1 - \rho)}$$

$\left(\text{soit, par exemple, } \frac{1}{5\pi} = \frac{1}{15{,}71}\right)$; c'est une condition qu'il faudrait remplir pratiquement.

Digitized by Google

On aura alors pour valeur de la période τ du courant induit

$$\tau = \frac{T}{1-\rho}$$

$\left(\text{soit, par exemple, } \frac{2}{5} \text{ de seconde}\right)$, et pour valeur du retard de phase θ,

$$\theta = \frac{\tau}{8}$$

$\left(\text{soit, par exemple, } \frac{1}{20} \text{ de seconde}\right)$.

Les vitesses de rotation Ω et ω du champ magnétique tournant et de l'induit seront respectivement

$$\Omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{et} \quad \omega = \Omega\rho$$

(soit, par exemple, 100 π et 95 π, c'est-à-dire 50 tours et 47,5 tours par seconde).

Remarquons enfin que, lorsque la condition théorique (31) est satisfaite, les formules (18), (19) et (20) subissent de grandes simplifications. On a, en effet :

pour le couple moteur au démarrage

$$\mathfrak{M}_0 = \frac{nH^2S^2}{4L} \times \frac{2}{1+(1-\rho)^2};$$

pour le couple moteur en marche normale,

$$\mathfrak{M} = \frac{nH^2S^2}{4L};$$

et, pour la puissance mécanique créée par ce couple moteur

$$\mathfrak{M}\omega = \frac{nH^2S^2}{4L} \cdot \frac{2\pi\rho}{T}.$$

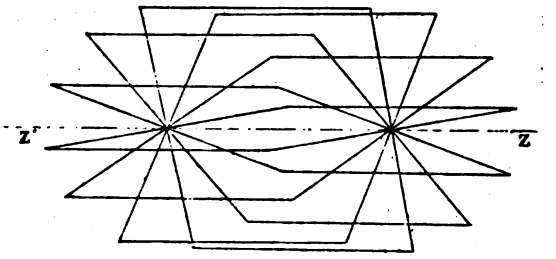


Fig. 12.

Enfin l'intensité moyenne du courant dans une spire (formule 22) aura pour valeur

$$I_{moy.} = \frac{HS}{2L}.$$

Dans ces dernières formules, n désigne le nombre des spires de l'induit, S désigne l'aire d'une spire, et H désigne l'intensité constante du champ magnétique tournant dans la région de l'espace occupée par l'induit théorique dont la figure 12 indique la nature et la forme générale.

FÉLIX LUCAS.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Les enclenchements électriques dans les chemins de fer, par L. Hubou

Dans une communication faite tout dernièrement à la Société des Ingénieurs civils, M. Hubou a traité l'importante question des enclenchements électriques.

Il a d'abord rappelé qu'en principe les appareils d'enclenchement sont destinés à assurer la sécurité des trains partout où il peut se produire une solution de continuité dans la voie ou se rencontrer à la fois deux trains convergents. Ils sont utilisés notamment aux bifurcations et dans les gares importantes.

Digitized by Google

Aux bifurcations, les enclenchements sont tels qu'un signal carré d'arrêt absolu ne peut être mis à l'arrêt que quand le disque avancé a été d'abord lui-même mis à l'arrêt, et il ne peut être mis à voie libre que quand le disque avancé y a été mis lui-même. Aux gares, ce signal carré doit être ouvert d'abord pour que le disque avancé puisse aussi l'être à son tour.

Le principe de tout système d'enclenchement « Interlocking-System » consiste à solidariser les leviers d'aiguilles et les leviers de signaux, de manière qu'il soit impossible aux agents qui les manœuvrent de placer les appareils correspondants dans des positions incompatibles.

Ces enclenchements peuvent être réalisés :

1° Par des moyens mécaniques ;
2° Par l'action de l'eau sous pression ;
3° — de l'air comprimé ;
4° — des courants électriques.

Les enclenchements purement mécaniques consistent à grouper en un poste central les leviers qui doivent être solidarisés, et à en effectuer la manœuvre par transmission rigide ou funiculaire.

Pour un nombre restreint de leviers, on emploie le système Vignier dans lequel certains leviers pénètrent dans des trous pratiqués sur des tiges d'autres leviers. Quand le nombre de ceux-ci doit être supérieur à vingt, l'appareil nécessite des arbres à verrous trop longs qui peuvent être faussés, puisqu'ils sont mis directement en mouvement par les leviers.

On emploie alors le système Saxby qui, quel que soit le nombre de leviers enclenchés, ne présente pas l'inconvénient précédent. L'organe essentiel de ce système est le verrou mobile à ressort dont la tige se manœuvre en même temps que le levier ; la simple pression de la main sur la poignée du verrou fait basculer la coulisse, tourner le gril correspondant et déplacer la barre d'enclenchement qui immobilise par ses taquets les grils des leviers correspondants, et ceux-ci ne sont rendus libres que quand la manœuvre du levier enclencheur est terminée.

Dans les deux systèmes précédents, les leviers sont nécessairement concentrés dans des postes, parallèlement entre eux et à une faible distance les uns des autres ; on ne peut donner une trop grande longueur aux barres d'enclenchement qui sont animées d'un mouvement alternatif correspondant aux passages de la position normale à la position renversée et inversement ; cette concentration des leviers est souvent difficile, sinon impossible à réaliser.

D'autre part, dans une même gare, il y a lieu souvent d'enclencher à distance certains leviers qui ne doivent être manœuvrés qu'avec l'autorisation expresse d'autres postes placés en des points éloignés des précédents ; tel serait, par exemple, le cas de deux disques, normalement à l'arrêt ou celui de l'enclenchement à distance d'aiguilles manœuvrées par des leviers placés à proximité des lames. On résout ces questions mécaniquement au moyen des appareils désengageurs, de la serrure Annett, des balanciers de sûreté, etc.

Les transmissions mécaniques sont soumises aux variations de température qui ne sont pas négligeables, puisqu'une tringle de fer de 300 m, distance maxima à laquelle la manœuvre puisse s'effectuer, subit, pour une variation de 12 degrés, une variation de longueur de 44 mm ; on cherche à en obtenir le réglage automatique au moyen de compensateurs.

En outre, si une rupture fortuite des tiges se produisait, le renversement du levier dans la cabine réaliserait bien les effets nécessaires à la table d'enclenchement, mais la position des aiguilles ne serait pas conforme à la manœuvre effectuée.

Enfin, la manœuvre à distance des appareils au moyen de ces transmissions mécaniques exige parfois de grands efforts de la part des signaleurs dont la fatigue croît avec le nombre de leviers.

On donne au problème des enclenchements une solution qui paraît en même temps plus satisfaisante en employant l'eau sous pression, l'air comprimé, le courant électrique.

Sans parler des transmissions pneumatiques qui ne sont encore qu'à l'état d'essai en Amérique, les transmissions hydrauliques doivent tout d'abord être citées et l'on peut prendre comme exemple l'appareil Bianchi et Servettaz. Cet appareil est employé en Italie sur une assez vaste échelle et il a reçu en France plusieurs applications aux Compagnies de Lyon, d'Orléans et du Midi. Il permet de reculer à 3 km au lieu de 300 m la distance à laquelle on peut manœuvrer directement les aiguilles tout en conservant la sécurité absolue de leur fonctionnement ; il n'exige pas de compensateur pour les variations de température ; il réduit au minimum l'effort de la manœuvre, puisque les opérations se bornent au déplacement du tiroir des distributeurs de l'eau sous pression ; il débarrasse la voie des transmissions rigides ou funiculaires qui l'encombrent et sont souvent dangereuses même pour les agents des gares ; il donne enfin un contrôle automatique des opérations qui prend son origine sur l'aiguille elle-même, contrôle

Digitized by Google

réel et impératif sans lequel ne peut se terminer la manœuvre, c'est-à-dire les enclenchements en cabine.

L'emploi de l'eau sous pression est donc une solution des plus séduisantes, à la condition de maintenir la pression constante au moyen d'un accumulateur, d'éviter les fuites et de se servir d'eau bien propre.

Le courant électrique permet également de résoudre le plus simplement possible toutes les questions d'enclenchement. Il est surtout avantageux pour enclencher entre eux des leviers isolés ou placés en des points éloignés les uns des autres.

Au moyen d'un contrôleur Chaperon placé aux deux pointes d'une aiguille, on peut enclencher le signal qui la protège. On se sert également de verrous électriques. Toutes les aiguilles situées sur le parcours des trains étant munies de verrous électriques placés dans le même circuit, les signaux ne peuvent être mis à voie libre que lorsque toutes ces aiguilles ont été verrouillées dans la position normale, car c'est seulement dans ce cas que tous les contacts sont établis; inversement, ces verrous ne peuvent être déclenchés que quand les signaux correspondants, munis eux-mêmes de verrous électriques, sont enclenchés à l'arrêt.

En outre, ces verrous peuvent être commandés d'un poste de gare au moyen de commutateurs permettant d'envoyer le courant et, par suite, d'autoriser la manœuvre des leviers correspondants ou d'interdire cette manœuvre en interrompant le circuit.

On peut également intercaler dans le circuit des pédales qui complètent l'enclenchement des signaux, de telle sorte que si un train franchit un signal avancé ouvert, le signal carré correspondant ne puisse plus être fermé ; cette solution, donnée par les chemins de fer de l'État, trouve son application dans le cas où des manœuvres de gare viennent engager la bifurcation; il peut arriver en effet qu'un aiguilleur ayant ouvert les signaux d'une direction donne la voie à une manœuvre de gare en remettant préalablement à l'arrêt les signaux de cette direction alors qu'un train a déjà franchi le signal avancé.

L'électricité peut être employée à l'état de courant continu ou de courants d'induction; elle permet enfin de supprimer les fils de transmission mécanique des signaux par l'usage des disques électriques.

M. Hubou termine son exposé en montrant la réalisation des enclenchements électriques à l'aide des verrous et du commutateur de la Compagnie de Lyon et en faisant la manœuvre d'un modèle réduit du disque électrique de M. Dumont.

A. M.

Touage électro-magnétique, système de M. de Bovet

Dans une conférence faite à la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, M. de Bovet a décrit diverses applications industrielles de l'adhérence entre un électro-aimant et son armature.

La première de ces applications a été faite en vue d'améliorer les conditions d'exploitation du touage sur chaîne noyée.

Sur les cours d'eau où il existe un courant sensible, le touage sur chaîne a, à la remonte, un avantage notable sur le remorquage, avantage d'autant plus grand que le courant est plus rapide, tel que, sur les fleuves à grand courant, le touage seul permet de faire en remonte la traction de trains de bateaux.

A la descente, au contraire, le touage est, en tous cas, moins avantageux que le remorquage.

Il faut, pour qu'un toueur puisse fonctionner utilement, qu'il ne patine pas sur la chaîne, et jusqu'ici l'adhérence nécessaire n'a pu être obtenue qu'en réalisant, sur deux treuils à gorges parallèles, l'enroulement de la chaîne suivant un très grand angle, de la même façon qu'est enroulée une corde sur les poulies à gorges d'une moufle. On fait d'ordinaire 4 demi-tours sur chaque treuil, la longueur de chaîne enroulée ainsi sur l'appareil de touage est d'au moins 40 m.

Dans ces conditions, quand un toueur a fini de monter un train, il ne peut pas pratiquement quitter la chaîne. Il ne saurait le faire, en effet, que par deux moyens:

1° Ou en jetant à l'eau ces 40 m existant sur les treuils ou en créant ainsi au point où se fait l'opération une quantité de mou dangereuse pour le toueur suivant ;

2° Ou en coupant la chaîne et reportant à l'aval la quantité existant sur les treuils. Il en résulterait un déplacement longitudinal de la chaîne de 40 m par voyage.

Il faudrait donc que toutes les parties de la chaîne, venant successivement en chaque point du parcours, fussent toujours au degré maximum de solidité, d'où des conditions d'entretien infiniment trop onéreuses.

Il résulte de là qu'en pratique les toueurs vont et viennent sur la même chaîne, ne faisant d'ordinaire pas de traction en descente (ce à quoi ils

Digitized by Google

sont peu aptes), mais encombrant la voie des toueurs montants, et obligeant à des manœuvres longues et parfois difficiles.

Ce serait cependant pour l'industrie du touage une amélioration considérable que de pouvoir utiliser ces bateaux à la montée comme toueurs et à la descente comme remorqueurs, c'est-à-dire, dans chaque sens, dans les meilleures conditions de marche, et de réaliser ainsi, avec une chaîne unique, un service à deux voies. Il suffirait pour cela d'ajouter au toueur ordinaire un appareil de propulsion, roues à aube ou hélice, mais à condition de pouvoir facilement quitter la chaîne, et il faudrait pour cela obtenir l'adhérence nécessaire en n'y employant qu'une très faible longueur de chaîne.

M. de Bovet a résolu le problème en remplaçant les deux treuils à gorges parallèles par une poulie aimantée de 1,25 m de diamètre sur laquelle la chaîne ne fait que trois quarts de tour, ce qui représente une longueur de chaîne de 3 m seulement. Cette poulie aimantée n'est autre chose qu'un solénoïde ordinaire dont les pièces polaires sont développées de façon à former les deux côtés de la gorge de la poulie. Le circuit magnétique est alors fermé en très court-circuit par le fer de la chaîne. Une poulie de 1,25 m en acier peut donner, avec de la chaîne de 15 kg et demi le mètre faisant trois quarts de tours, une adhérence d'environ 10 000 kg avec une dépense de courant de 4 à 5 chevaux.

M. de Bovet décrit un toueur qui vient d'être construit et mis en service pour le compte de la Compagnie de touage de la Basse-Seine et de l'Oise, avec une poulie à adhérence magnétique. Ce bateau est en service régulier depuis trois mois, et répond pleinement au programme en vue duquel il a été construit.

Il expose ensuite comment il pense pouvoir utiliser la même poulie aimantée, avec des dimensions beaucoup plus réduites (0,40 m de diamètre seulement) pour apporter une solution nouvelle au problème de la traction mécanique des bateaux sur les canaux.

Il faut, sur les canaux, que chaque bateau puisse être tractionné isolément. Le programme consiste à réaliser un appareil de touage petit et léger, amovible, pouvant être placé sur les bateaux à leur entrée en canal pour leur être repris à la sortie et comportant une poulie de touage aimantée, une dynamo motrice, et de l'un à l'autre les transmissions de mouvement renversable. Le courant nécessaire serait pris sur une ligne aérienne installée le long des berges comme dans beaucoup de tramways électriques, et, à condition d'avoir une chaîne noyée, chaque péniche deviendra pendant la traversée du canal un petit toueur indépendant qui pourra être manœuvré par le marinier lui-même sans qu'il ait besoin du concours d'un mécanicien.

Dans ces poulies de touage, l'effet total d'adhérence est dû pour partie à l'attraction directe entre l'aimant et la chaîne, pour partie à l'enroulement suivant un assez grand angle d'un organe flexible.

M. de Bovet expose comment, en restant exactement dans le même ordre d'idées et en remplaçant la chaîne par une corde sabotée, il est possible de réaliser un frein magnétique applicable aux voitures de chemins de fer, très modérable, absolument simultané, et pouvant très facilement être rendu automatique. Même pour des wagons lourds et aux très grandes vitesses, ce frein n'exigerait qu'une dépense d'énergie très minime (40 watts environ par essieu).

En renonçant à l'emploi d'un organe flexible et en mettant une poulie aimantée simplement tangente à un volant, on peut obtenir une adhérence suffisante pour la transmission à grande vitesse d'un travail de quelques chevaux. Une telle disposition peut être avantageuse pour éviter l'emploi d'engrenages à la première transformation de vitesse dans les commandes pour petites dynamos tournant très vite.

Enfin, en modifiant légèrement la forme de la poulie, M. de Bovet montre comment on peut réaliser des embrayages, à mâchoires, unis, très simples, susceptibles de transmettre jusqu'à de très grands efforts et d'embrayer sans choc à de très grandes vitesses. Plusieurs de ces appareils sont déjà en service.

A. M.

Pile Tardy

Nous trouvons dans le *Bulletin international de l'Électricité* la description d'une nouvelle modification apportée à la pile Leclanché.

Ce nouveau modèle se compose d'un vase en grès de forme cylindrique ayant 20 cm de hauteur sur 10 cm de diamètre. Ce vase est muni, en dedans à sa partie supérieure, d'un bourrelet en saillie destiné à retenir plus solidement la couche de mastic qui sert de couvercle. Ce vase est ensuite renflé et d'une épaisseur double dans le bas, ce qui lui donne une base solide et stable. Il renferme : 1° un tube en grès verni dans le haut et muni de nombreux trous permettant au liquide d'être en communication avec l'intérieur du vase ; son orifice est pourvu d'un rebord pour

Digitized by Google

recevoir un capuchon en caoutchouc empêchant l'évaporation. C'est dans ce tube que se place le bâton de zinc de forme quadrangulaire, de manière à présenter une surface plus grande et dont la base est pourvue d'une rondelle en caoutchouc afin d'éviter les contacts ;

2° Deux étuis en terre poreuse, fermés par les deux bouts, mais qui se remplissent de liquide au moyen de petits trous ménagés à cet effet ; ces deux tubes formant réservoirs servent à emmagasiner le liquide excitateur pour le distribuer au fur et à mesure des besoins de la pile et entretenir ainsi une humidité permanente et régulière ;

3° Une lame de charbon avec tête inoxydable qui plonge jusqu'au fond du vase et est entourée de 625 gr du mélange ordinaire de bioxyde de manganèse et de graphite garnissant toutes les parties libres du vase. Une couche de mastic noir, coulé à chaud et noyant dans son épaisseur le bourrelet intérieur, forme sur le dessus de la pile une cloison solide et imperméable. Cet élément, quoique composé de plusieurs récipients, est dénommé, par les fabricants, pile à vase unique parce que, disent-ils, en renversant l'élément il ne s'en détache aucune partie. Sa force électromotrice, suivant le certificat délivré par le laboratoire central d'électricité, est de 1 volt 53 et sa résistance intérieure pour un débit de 200 milli-ampères de 3 ohms 25.

La quantité de matières actives est grande, ainsi qu'on peut le voir par les chiffres ci-dessus, et les communications entre les électrodes se trouvent ménagées de manière à donner un débit régulier.

Pour monter cette pile, il suffit de faire dissoudre, à part, dans un récipient *ad hoc*, 100 gr de sel ammoniac dans un litre d'eau et verser cette solution dans le tube en grès verni, contenant le zinc, jusqu'à ce que le niveau du liquide atteigne à peu près celui de la couche de mastic.

A. M.

NÉCROLOGIE

Daniel COLLADON

Le savant professeur génevois est décédé le 30 juin dernier, à l'âge de quatre-vingt-onze ans, dans sa propriété de Cologny, près Genève.

Né à Genève en 1802, il commença ses études dans cette ville et les compléta à Paris.

Le nom de D. Colladon se rattache à une foule de questions scientifiques et industrielles dont quelques-unes, de tout premier ordre, ont fait époque dans la science. A l'âge de vingt-cinq ans, il entreprenait avec Sturm ses expériences sur la résistance des matériaux et étudiait particulièrement la compressibilité des liquides, travaux qui lui valurent le grand prix des sciences mathématiques, proposé, en 1827, par l'Académie des Sciences de Paris. Certains de ses travaux sur la chaleur et l'électricité eurent la collaboration de Fourrier et d'Ampère. Colladon a également écrit plusieurs mémoires relatifs à la météorologie et à l'électricité atmosphérique.

C'est également lui qui, dans une étude sur les veines liquides, signala la faculté qu'elles possèdent d'infléchir dans leur intérieur la lumière projetée à leur origine et réalisa, dans une première expérience faite en 1841, le dispositif si curieux qui a servi de base à cette magnifique application de l'éclairage électrique, les fontaines lumineuses.

Son œuvre principale est le transport de la force par l'air comprimé, particulièrement appliqué au percement des tunnels. La difficulté d'une telle opération, quand elle s'effectue sur de grandes longueurs et sous des massifs montagneux considérables, résulte de la nécessité de transmettre à longues distances la force motrice et de l'obligation de renouveler, sans cesse, dans le souterrain, l'air constamment vicié par la respiration des ouvriers et l'explosion des mines. C'est D. Colladon qui a donné la solution la plus avantageuse de ce double problème en proposant, dès 1852, l'emploi de machines soufflantes actionnées par des moteurs hydrauliques. C'est ce système qui a été utilisé pour le percement du mont Cenis et pour celui du Saint-Gothard.

On doit, en outre, à Colladon d'importantes recherches sur la théorie des roues de navigation et une étude des effets des machines de navire effectuée à l'aide d'un appareil dynamométrique de son invention qui fut installé, en 1844, à l'arsenal de Woolwich. L'industrie du gaz d'éclairage lui est également redevable de nombreuses améliorations.

D. Colladon fut un des fondateurs de notre École centrale des arts et manufactures, où il professa la mécanique de 1831 à 1839, époque à laquelle il retourna à Genève pour occuper, à

Digitized by Google

l'Académie génevoise, la chaire de mécanique qu'on avait créée exprès pour lui.

Colladon était officier de la Légion d'honneur et membre correspondant de l'Académie des Sciences depuis 1876.

Comme l'a dit si justement M. Sarrau à l'Académie des Sciences, l'illustre professeur génevois appartenait à la France à bien des titres: par le début de sa carrière scientifique, par sa collaboration avec nos savants les plus illustres et par sa participation à la création et à l'enseignement de notre École centrale des arts et manufactures.

Edme-Hippolyte MARIÉ-DAVY

Né à Clamecy, le 2 avril 1820, Marié-Davy vient de s'éteindre dans sa propriété de Dornecy (Nièvre) le 17 juillet dernier, à l'âge de soixante-douze ans.

Ancien élève de l'École normale supérieure et agrégé des sciences physiques, il a professé la physique successivement au collège de Saint-Étienne, puis à celui de Rouen et enfin à la Faculté des sciences de Montpellier. Ayant quitté cette Faculté pour venir à Paris suivre certains travaux patronnés par l'empereur Napoléon III, il fut nommé professeur de physique au lycée Bonaparte. En 1862, il devint astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

D'abord chargé de l'étude du magnétisme terrestre, il devint bientôt chef du service météorologique international qu'il organisa en France et qui commença à fonctionner en août 1863. Marié-Davy se chargea seul du service des avertissements aux ports jusqu'en 1866; il le reprit en 1872. En même temps, il entreprit l'étude des orages en France et celle des tempêtes de l'Atlantique. Il dirigea la publication du *Bulletin météorologique mensuel* et celle de l'*Atlas des orages*, publication qui fut malheureusement abandonnée à la mort de Delaunay, alors directeur de l'Observatoire.

Nommé en 1873, directeur de l'Observatoire de Montsouris, il fit paraître tous les ans un *Annuaire météorologique* contenant la revue des travaux de cet Observatoire concernant les effets produits sur les cultures et sur l'hygiène par les variations du temps et les modifications de l'air atmosphérique. Lorsque cet utile établissement en 1887, passa aux mains de la municipalité parisienne, Marié-Davy dut prendre sa retraite et fut nommé directeur honoraire de cet Observatoire.

En 1857, Marié-Davy inventa la pile au sulfate mercureux, pile qui porte son nom et qui fut aussitôt adoptée par l'Administration française des Télégraphes à qui il l'avait offerte gracieusement.

En 1870, pendant la guerre, il suivit le gouvernement de la Défense nationale et, malgré de nombreuses difficultés, il parvint à continuer sans interruption le service des avertissements aux ports. Pendant son séjour à Bordeaux, il fut nommé professeur à l'École polytechnique, poste qu'il conserva jusqu'au retour du gouvernement à Paris.

Parmi les travaux que laisse Marié-Davy nous citerons les suivants: le *Traité des mouvements de l'atmosphère et des mers*, l'ouvrage intitulé *Météorologie et physique agricole*, un *Précis de physique*, de nombreux mémoires relatifs à l'électricité et enfin nombre d'articles publiés dans le *Bulletin de la Société météorologique*, les *Archives de la Société de sauvetage maritime*, le *Journal d'agriculture pratique*, le *Journal d'hygiène*, le *Génie civil*, le *Dictionnaire général des Sciences*, etc.

Marié-Davy était chevalier de la Légion d'honneur, docteur en médecine, docteur ès sciences physiques et mathématiques, membre correspondant du Bureau des Longitudes, président honoraire de la Société française d'hygiène, ancien vice-président de la Société internationale des électriciens, etc.

J.-A. M.

JURISPRUDENCE

La Compagnie du Gaz de Vire contre la Société locale d'Électricité

Le Conseil de préfecture du Calvados a rendu l'arrêt ci-dessous dans l'instance engagée par la Compagnie du Gaz contre la Ville et M. Dutertre :

Vu une requête, en date du 10 juin 1892, enregistrée au greffe le 13 juin, par laquelle la Société Gautier et Cie, propriétaire de l'usine à gaz de la ville de Vire, expose : qu'elle est liée avec la ville de Vire par des traités qui portent les dates des 1er octobre 1863, 7 août 1854, 15 décembre 1861 et 13 août 1869 ; — qu'aux termes de ces traités, elle s'est engagée à assurer les services tant publics que particuliers de l'éclairage au gaz dans la ville de Vire jusqu'au 1er décembre 1904, et cela à des conditions déter-

Digitized by Google

minées, particulièrement à des prix fixés par l'administration municipale tant pour l'éclairage particulier que pour l'éclairage public ; — qu'en retour la municipalité a pris des engagements correspondants ; — qu'elle a donné à l'exposante le privilège exclusif des autorisations de voirie et s'est interdit d'autoriser ou de favoriser toute entreprise concurrente, à moins qu'au préalable soient réalisées certaines conditions prévues par l'art. 2. du traité de 1869, lequel porte, à cet égard, dans son paragraphe 7 : « En cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que par le gaz et quatre ans au moins après la mise en pratique, etc..... » ; — qu'ainsi la faculté pour l'administration municipale de donner des autorisations de voirie à un entrepreneur en vue d'un nouveau procédé d'éclairage est subordonnée à l'accomplissement des conditions de fond et de forme prévues par la disposition qui précède ; — qu'aucunes de ces conditions ne se sont accomplies, et que la municipalité n'a même pas allégué qu'elles le fussent ; — que par délibération, en date du 1er avril 1892, elle a concédé à M. Dutertre, ingénieur-électricien, les autorisations de voirie nécessaires pour la pose des fils électriques en vue de l'exploitation de l'éclairage électrique ; — que, grâce à l'autorisation donnée, M. Dutertre a commencé l'installation de son réseau électrique ; — que son éclairage fonctionne déjà chez plusieurs anciens consommateurs de gaz de l'exposante, causant ainsi à celle-ci un préjudice ; — que, pour les raisons qui précèdent, la ville de Vire doit être condamnée à des dommages-intérêts envers l'exposante par application de l'article 1142 du Code civil ; — que, par application de l'article 1149 du Code civil, ces dommages-intérêts devront représenter la perte subie et le gain dont l'exposante se trouvera privée ; — pourquoi la Société Gautier et Cie conclut à ce qu'il plaise au Conseil : dire que la Ville a violé ses traités en accordant à M. Dutertre les autorisations de voirie qu'elle lui a octroyées ; la condamner envers l'exposante à des dommages-intérêts à fixer par état et par application des articles 1142 et 1149 du Code civil ;

Vu, en réponse à cette requête, une délibération en date du 8 juillet 1892, par laquelle le Conseil municipal de Vire, sur le rapport de M. Havard, déclare : 1° révoquer, en tant que de besoin, l'autorisation de voirie que la Société Gautier et Cie prétend trouver dans la délibération du 1er avril 1892 ; 2° inviter et autoriser le maire à défendre à l'action intentée contre la ville de Vire par la Société Gautier et Cie et à mettre en cause M. Dutertre, ingénieur-électricien ; 3° inviter et autoriser le maire, en réponse à l'attitude prise par la Société Gautier et Cie, à faire à cette Société la mise en demeure prévue par l'article 2 du traité de 1869 ;

Vu un mémoire, enregistré au greffe du Conseil le 15 décembre 1892, par lequel M. Dutertre, ingénieur-électricien, mis en cause par la ville de Vire, expose : que les fils conduisant l'énergie électrique suivent dans la ville de Vire deux directions absolument distinctes : la première direction est appelée à desservir toutes les voies autres que les voies urbaines, les fils suspendus au-dessus de la rivière la suivent dans tout son parcours jusqu'au pont Sainte-Anne, où ils empruntent ensuite, tant à droite qu'à gauche, des routes nationales ou départementales ; tous les supports sont fixés sur des maisons particulières à la hauteur réglementaire de 6 mètres au minimum ; — la deuxième direction est la suivante : les fils, en passant au-dessus de la rue du Val-Heret, se divisent ensuite au dessus des rues Saulneries et des rues adjacentes. Ici encore tous les supports sont fixés sur des maisons particulières à la hauteur réglementaire. Aucune n'emprunte le sol des voies urbaines et n'est attachée à un édifice public ; — que M. Dutertre n'a obtenu aucune permission de voirie, par la raison décisive qu'il n'en avait nul besoin, attendu que la première direction de ses fils est absolument étrangère à la voirie urbaine au-dessus de laquelle elle ne s'étend sur aucun point ; — qu'en ce qui concerne la deuxième direction la ville de Vire n'a pu, par aucun traité, aliéner tout ou partie de son domaine public inaliénable ; le domaine public est affecté à l'usage de tous et cet usage n'a d'autre limite que l'intérêt général ; — que la ville de Vire n'a donc, en aucune façon, violé les traités invoqués par la Compagnie Gauthier, parce que, sans accorder aucune permission, soit permanente, soit provisoire, elle aurait laissé faire ce que en droit elle ne peut empêcher ; — que, de plus, les particuliers qui reçoivent chez eux l'énergie électrique dont les fils sont les conducteurs sont absolument libres de l'utiliser comme bon leur semble ; que l'on doit se demander si, pour supprimer la concurrence, la Compagnie du gaz n'en arrivera pas à exiger que l'on interdise le transport sur la voie urbaine des accumulateurs électriques et des récipients de pétrole qui peuvent devenir des agents d'éclairage pour tous ; — M. Dutertre acceptant les conséquences de la mise en cause et entendant répondre directement aux prétentions de la Compagnie Gautier ;

Vu, en date du 29 janvier 1893, un mémoire ampliatif par lequel la Société Gauthier expose : que, dans sa délibération en date du 8 juillet 1892, le Conseil municipal se défend d'avoir voulu, dans sa délibération du 12 avril 1892, donner une autorisation de voirie au sieur Dutertre et déclare, en tant que de besoin, révoquer cette autorisation ; qu'il importe peu de savoir si cette autorisation a été ou non octroyée et révoquée, dès l'instant où la canalisation aérienne de M. Dutertre a été placée et subsiste encore sur des rues de la petite voirie ; que c'est la ville qui est cause d'un pareil état de choses ; qu'elle pouvait l'empêcher ; qu'il lui était loisible d'y mettre fin ; que, par suite, elle doit être déclarée responsable du préjudice qui résulte pour la Société Gauthier ; — que la ville est non seulement responsable du dommage causé par M. Dutertre sur les rues de la petite voirie, mais aussi sur les voies de la grande voirie où les conduits ont été également posés ; — que, conformément aux instructions et circulaires ministérielles envoyées aux préfets, l'autorité préfectorale n'a accordé d'autorisations à M. Dutertre sur les rues de la grande voirie que parce que la ville a toléré et autorisé les conduites aériennes sur les rues de son domaine ; qu'en vertu de l'article 1382 du Code civil la ville doit être déclarée responsable ; — que M. Dutertre prétend en vain qu'il fournit l'énergie électrique ; que ce fait importe peu, alors que cette énergie électrique est transformée en lumière par le consommateur, et qu'elle n'arrive à la maison de celui-ci qu'en empruntant la voie d'une façon privative et grâce à l'autorisation ou à la tolérance de l'Administration ; — pourquoi la Société Gauthier et Cie persiste

Digitized by Google

dans ses précédentes conclusions, en y ajoutant demande de dommages-intérêts dans les formes de la précédente demande, sans distinguer suivant que le préjudice aura été causé sur les voies de la grande ou petite voirie; déclarer, en outre, l'arrêté à intervenir commun à M. Dutertre, ès qualité qu'il agit dans son intervention, et le condamner solidairement avec la ville de Vire envers l'exposante;

Vu, en date du 27 janvier 1893, une sommation par acte extrajudiciaire de Chênel, huissier à Vire, aux termes de laquelle la ville de Vire, s'en référant à la délibération de son Conseil municipal en date du 8 juillet 1892, susvisée, met en demeure la Compagnie du gaz, en conformité de l'article 2 du traité du 29 juin 1869, d'appliquer à la ville de Vire, pour les services publics, l'éclairage par l'électricité, et ce dans le délai d'un mois à compter de ladite sommation ;

Vu, enregistré au greffe du Conseil, le 14 février 1893, un nouveau mémoire par lequel la Société Gautier et C^ie^ prétend que la mise en demeure adressée par la ville de Vire est prématurée et illégale : 1° quelle est prématurée en ce sens qu'il n'est nullement établi que les conditions de fond prévues par la première partie du quatrième alinéa du paragraphe 7 de l'article 2 du traité de 1869 soient accomplies; — 2° qu'elle est illégale, attendu que l'éclairage public et l'éclairage particulier forment un tout indivisible d'après le traité de 1869 : que, dans tous les cas, la mise en demeure ne pouvait comprendre que l'éclairage particulier et l'éclairage public, de façon à concéder l'exploitation privilégiée de l'un comme de l'autre, ce qui est impossible tant que subsistera l'installation électrique qui fonctionne actuellement; par ces motifs, l'exposante persistant dans ses précédentes conclusions, demande qu'il plaise au Conseil : dire que la sommation du 27 janvier 1893 est prématurée et illégale et qu'elle implique de la part de la ville violation du traité qui la lie; condamner la ville à de nouveaux dommages-intérêts à fixer par état et aux intérêts de toutes les sommes qui lui seront allouées;

Vu les traités des 1^er^ octobre 1853, 7 août 1854, 15 décembre 1861 et notamment celui du 13 août 1869;

Vu les plans des lieux; — ensemble les autres pièces jointes au dossier;

Vu les lois des 28 pluviôse an VIII et 22 juillet 1889, les articles 1382 et suivants du Code civil, l'édit de 1607 ;

Considérant qu'il résulte des traités en date des 1^er^ octobre 1853, 7 août 1854, 15 décembre 1861 et 13 août 1860, intervenus entre la ville de Vire et la Compagnie du gaz; que ladite Compagnie a été seule et exclusivement chargée du service de l'éclairage de la ville de Vire pendant toute la durée du bail, sans distinction aucune entre l'éclairage public et l'éclairage particulier; — que, si ces traités réglementent uniquement l'éclairage par le gaz, seul procédé alors en usage, l'article 2, paragraphe 7, du traité de 1860 confère à la ville, dans des conditions déterminées, pour le cas de découverte d'un mode d'éclairage autre que le gaz, la faculté de mettre son concessionnaire en demeure d'appliquer ce nouveau mode d'éclairage et, en cas de refus de sa part, de le concéder, sans indemnité en sa faveur, à toute autre personne ;

Considérant qu'en imposant, dans ces conditions, à la Compagnie concessionnaire l'obligation de la faire profiter de l'application des découvertes futures sous peine d'être déchue de ses droits, la Ville a par cela même précisé le sens et la portée de ses engagements envers ladite Compagnie et du droit exclusif qu'elle entendait lui concéder;

Considérant que, par lettre en date du 7 mars 1892, le sieur Dutertre, représentant la Compagnie départementale d'Electricité, a sollicité de l'Administration municipale l'autorisation d'établir, au-dessus des rues et chemins de la ville de Vire, les fils aériens destinés au transport de l'énergie électrique pour l'éclairage public et privé ;

Considérant qu'une délibération du Conseil municipal en date du 1^er^ avril 1892, répondant à cette demande, contient entre autres les dispositions suivantes: « M. le maire pense qu'il y a lieu de prendre un arrêté de voirie autorisant M. Dutertre, en sa qualité d'entrepreneur de travaux, à user, dans certaines limites et sous telles conditions, des rues, voies et places de la Ville, pour l'installation et le passage de ses fils électriques; mais il n'y aura aucun contrat entre la Ville et M. Dutertre, il y aura simplement autorisation de voirie. Le Conseil adopte cette manière de voir et prie M. le maire de bien vouloir prendre un arrêté dans ce sens » ;

Considérant que, dans sa séance en date du 8 juillet 1892, le Conseil municipal de Vire a déclaré « révoquer en tant que de besoin l'autorisation de voirie que la Société Gautier et C^ie^ prétend trouver dans la délibération du 1^er^ avril 1892 » ;

Considérant qu'il n'y a pas lieu de discuter la valeur de ces délibérations au point de vue de l'autorisation dont il s'agit, attendu qu'il appartient seulement au maire d'accorder les autorisations de voirie; qu'en fait aucune autorisation de ce genre n'a été délivrée ;

Mais considérant que le maire, chargé de veiller à l'exécution des engagements contractés par la commune, ne pouvait se soustraire aux obligations contenues dans le traité de 1869, et qu'en conséquence il devait s'opposer par les moyens de droit à l'installation de la Compagnie représentée par M. Dutertre;

Considérant qu'il appartient aux communes, pour assurer l'éclairage tant public que privé, de s'interdire d'autoriser ou de favoriser sur le domaine municipal tout établissement pouvant faire concurrence à leur concessionnaire; qu'en fait la non-intervention de la Ville équivaut, dans l'espèce, à une autorisation et doit être considérée comme telle ;

Considérant qu'en cours d'instance la Ville a mis en demeure la Société Gautier d'appliquer, pour les services publics, l'éclairage par l'électricité; mais que cette mise en demeure est en opposition avec les termes des traités, attendu qu'elle devait comprendre tant l'éclairage particulier que l'éclairage public, de façon à concéder l'exploitation privilégiée de l'un comme de l'autre; que, du reste, cette mise en demeure ne pouvait être suivie d'exécution, étant donnée l'installation électrique qui fonctionne actuellement ; que dès lors, il n'y a pas lieu, pour le Conseil, de tenir compte de cette mise en demeure.

Considérant qu'il y a lieu de rendre la Ville responsable du préjudice causé à la Compagnie du Gaz tant sur la grande voirie que sur la voie urbaine, et ce en vertu des art. 1382 et suivants du Code civil ;

Digitized by Google

Considérant que le sieur Dutertre, ès qualités, a accepté les conséquences de sa mise en cause; qu'il y a lieu de le déclarer solidairement responsable avec la Ville ;

Avant faire droit, tous moyens tenant état et dépens réservés ;

Art. 1er. — Il est donné acte au sieur Dutertre, ès qualités, de son acceptation de mise en cause demandée par la ville de Vire ;

Art. 2. — Par trois experts désignés, l'un par la Société Gautier et Cie, le second par la ville de Vire, et par M. Guérard-Deslauriers, ingénieur civil, demeurant à Caen, expert dès à présent designé par le Conseil de préfecture, à moins que les parties ne s'entendent sur le choix d'un seul et même expert, conformément à l'art. 14 de la loi du 22 juillet 1809, il sera procédé, en présence des parties ou elles dûment appelées, par pli recommandé adressé quatre jours à l'avance, à une expertise ayant pour objet de déterminer : 1° le préjudice causé jusqu'au jour de l'expertise tant sur les dépendances de la petite que de la grande voirie ; 2° l'indemnité définitive à allouer à la Compagnie du Gaz dans le cas où la Ville ne ferait pas cesser la cause du dommage ;

Art. 3 — Faute par les parties ou par l'une d'elles de désigner son expert dans la huitaine de la notification du présent arrêté, il serait procédé d'office à cette désignation ;

Art. 4. — Les experts prêteront serment entre les mains du sous-préfet de Vire ; leur rapport, suivi de l'état des frais, devra parvenir au greffe dans les deux mois de la notification du présent arrêté.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Les fabriques d'accumulateurs et le Conseil d'hygiène. — Le Conseil d'hygiène a été dernièrement consulté sur le point de savoir s'il y avait lieu de ranger les fabriques d'accumulateurs dans la catégorie des établissements classés.

Voici le texte du rapport adressé au préfet de la Seine par la Commission spéciale du Conseil d'hygiène :

« Monsieur le Préfet,

« A la date du 17 mars 1893, vous avez demandé au Conseil d'hygiène de formuler un avis sur les mesures spéciales de réglementation et de surveillance dont pourraient être l'objet les usines où se fabriquent les accumulateurs électriques.

« La Commission nommée par le Conseil pour étudier cette question au double point de vue hygiénique et administratif, a visité un certain nombre d'usines ; il résulte de ces visites et en outre des renseignements qu'elle a réunis que toutes les fabriques d'accumulateurs du département de la Seine comportent des fonderies de plomb et sont, par conséquent, de ce chef, soumises aux prescriptions concernant les établissements insalubres, incommodes et dangereux de 3e classe ; — quelques-unes appartiennent même à la seconde classe, comme façonnant en outre le celluloïde.

« Les dangers d'ordre général qui caractérisent ces usines, malgré l'extrême diversité des modes de fabrication, sont par ordre d'importance :

« A. La manipulation des sels et oxydes de plomb, parfois pulvérulents et susceptibles de produire des poussières malfaisantes ;

« B. La production de fumées métalliques ;

« C. Celle d'un mélange de gaz détonants dans les locaux où l'on procède à la formation des plaques d'accumulateurs.

« Il convient donc d'appliquer à la plupart des usines où se fabriquent les accumulateurs électriques les précautions minutieuses qui ont fait l'objet de l'instruction du 23 décembre 1881, élaborée par le Conseil d'hygiène et déjà revêtue de l'approbation préfectorale.

« Il convient, en outre, d'évacuer les fumées métalliques et les gaz détonants au moyen de hottes en communication avec un appareil de ventilation suffisamment actif et convenablement aménagé.

« Les précautions spéciales à prendre au sujet de ces fabriques, qui, d'après les constatations de la Commission, fournissent un contingent assez élevé d'intoxications saturnines, sont donc, à proprement parler, d'ordre intérieur : elles se résument dans la recommandation d'apporter le plus grand soin et, pour ainsi dire, la plus grande minutie dans la rédaction des conditions d'autorisation de chaque usine, et, en outre, d'obtenir des services compétents la rigoureuse application de ces prescriptions.

« En particulier, aucun changement important dans la fabrication ne devrait être toléré qu'après nouvelle demande et nouvelle instruction.

« Veuillez agréer, monsieur le Préfet, etc.

« Pour la Commission :

« *Le Président*,

« Armand Gautier. »

Sur la demande de quelques membres de l'assemblée, M. Armand Gautier rappelle dans quelles conditions le Conseil a été saisi de cette affaire : un certain nombre de cas d'empoisonnement saturnin ayant été constatés dans les hôpitaux, la préfecture de police a fait des re-

Digitized by Google

cherches et a fait procéder, par le service d'inspection des établissements classés, à une enquête sur les dangers d'intoxication saturnine, notamment dans les fabriques d'accumulateurs électriques, qui, ainsi qu'on le sait, ne sont point classées. C'est d'après les faits résultant de cette première enquête que la Commission a été appelée à étudier le fonctionnement de cette industrie nouvelle, qui ne constitue point un danger par elle-même, mais bien par les manipulations et procédés qu'elle emploie, manipulations et procédés très variables. On ne saurait donc formuler des prescriptions générales pour cette industrie ; on ne peut que se borner à inviter les services compétents à indiquer des conditions particulières suivant chaque cas.

M. Paul Brousse, examinant la question au point de vue purement administratif, demande si les fabriques d'accumulateurs électriques seront rangées, suivant les cas, dans la 2e ou la 3e catégorie des établissements classés.

M. Michel Lévy répond qu'on ne saurait, quant à présent, provoquer le classement de ces usines ; il s'agit, il ne peut que le répéter, d'une industrie nouvelle, en voie de formation, si l'on peut ainsi dire, et pour laquelle il n'a point encore été déterminé de procédés définitifs. On s'exposerait donc à de graves erreurs en voulant dès maintenant imposer une réglementation fixe à ces établissements ; on ne peut, jusqu'à nouvel ordre, ainsi que le propose la Commission, que statuer, suivant chaque cas, par voie de prescriptions particulières.

Sous le bénéfice de ces observations, les conclusions du rapport présenté par la Commission sont adoptées. — M.

Essais du caoutchouc. — Des essais ont été récemment entrepris par un officier de la marine russe, à l'Institut technique de Saint-Pétersbourg, en vue d'établir des règles définies permettant d'apprécier la qualité du caoutchouc vulcanisé. Ses conclusions sont fondées sur les propriétés physiques de ce produit, vu que l'analyse chimique ne procura pas de résultats satisfaisants.

1° Le caoutchouc ne devrait donner aucune trace de fissure superficielle lorsqu'on le courbe sous un angle de 180 degrés après cinq heures d'exposition dans un bain d'air en vase clos à la température de 125 degrés. Les éprouvettes doivent avoir une épaisseur de 0,06 m;

2° Le caoutchouc qui ne contient pas plus de la moitié de son poids d'oxydes métalliques doit prendre une extension de cinq fois sa longueur sans se rompre ;

3° Le caoutchouc exempt de toute matière étrangère, sauf le souffre de vulcanisation, doit s'étirer d'au moins sept fois sa longueur initiale sans rupture ;

4° L'extension mesurée immédiatement après rupture ne doit pas excéder 12 0/0 de longueur primitive de l'éprouvette pour des dimensions données ;

5° La souplesse peut être déterminée en établissant la teneur en cendres par incinération. Ce moyen constitue une base décisive entre les différents degrés d'élasticité du caoutchouc à employer à certains usages ;

6° Le caoutchouc vulcanisé ne doit pas durcir sous l'action du froid.

Ces règles ont été adoptées pour la marine russe. — D.

L'électricité à la nouvelle Sorbonne. — Nous sommes informés que l'éclairage électrique des bâtiments de la nouvelle Sorbonne est une question définitivement résolue. Ces immeubles se trouvent impliqués dans le secteur de la rive gauche, dont M. Maze est concessionnaire.

Un contrat comportant l'installation d'un premier groupe de lampes et de quelques moteurs vient d'être passé entre lui et M. Nénot, architecte de la Sorbonne. L'éclairage total comprendra environ 200 lampes, auxquelles s'ajoutera une distribution de force motrice dans les divers locaux de cet établissement d'enseignement. — D.

La statue de Claude Chappe. — L'inauguration de la statue de Claude Chappe, érigée à l'intersection du boulevard Saint-Germain et de la rue du Bac, a eu lieu le 13 juillet dernier.

Cette magnifique statue, due au ciseau de M. Damé, a été élevée par souscription, grâce à l'initiative et au zèle du sympathique bibliothécaire de l'Administration des Postes et des Télégraphes, M. Ernest Jacquez.

La somme nécessaire, 35 000 fr, a été souscrite exclusivement par le personnel de l'Administration des Postes et des Télégraphes.

Le créateur de la Télégraphie a maintenant un monument digne de lui. — M.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 140 2 Septembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LA TRACTION ÉLECTRIQUE DES TRAMWAYS

PAR DISTRIBUTION A POTENTIEL VARIABLE ET INTENSITÉ CONSTANTE

Le système indique que tous les moteurs des véhicules circulant sur une ligne sont embrochés en série. Il en résulte que, comme pour toute distribution d'énergie électrique dans laquelle l'intensité du courant reste constante, tous les moteurs insérés dans le circuit sont traversés par un courant d'intensité invariable.

Quel que soit le nombre des récepteurs introduits dans le circuit, la perte dans la ligne reste constante puisque l'intensité du courant est elle-même maintenue constante.

Le potentiel aux bornes est fonction de l'excitation de l'armature et de l'intensité du champ magnétique. Celle-ci dépend des ampères-tours des inducteurs. En laissant constant le nombre de tours, pour pouvoir varier l'intensité magnétique, il est nécessaire de

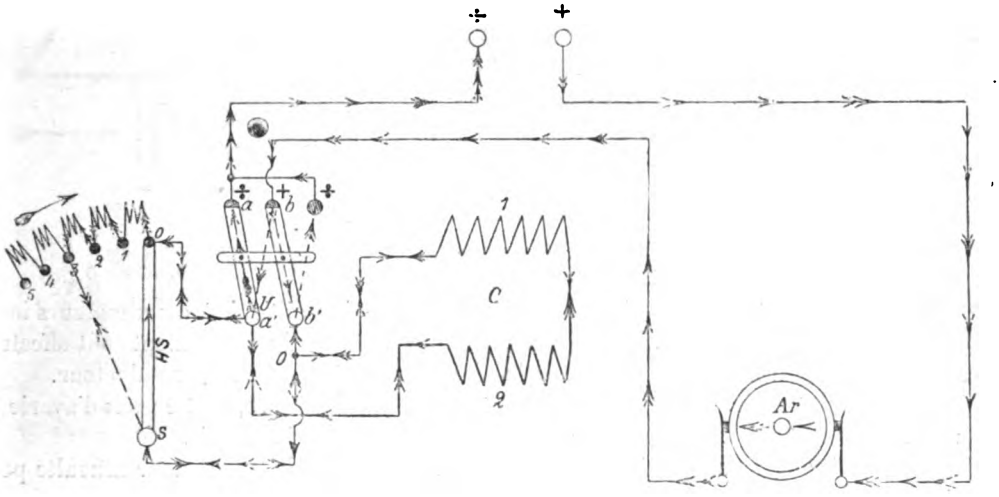


Fig. 1.

faire varier l'intensité du courant. On pourrait, par conséquent, arriver à modifier le travail fourni par le moteur soit en faisant varier l'intensité du courant dans l'armature, ou bien, gardant constante l'intensité du courant dans l'armature, changer l'intensité du champ magnétique par dérivation d'une portion du courant.

La figure 1 représente schématiquement le dispositif adopté pour réaliser le système.

La partie caractérisée par la succession des flèches simples en trait plein montre que le courant qui vient de la ligne, après avoir traversé l'armature et la manivelle HS du shunt, retourne à la ligne sans parcourir les spires de l'inducteur. Ce circuit correspond évidemment à la position zéro de la manivelle, c'est-à-dire que la voiture est arrêtée parce que, dans les inducteurs, ne circule pratiquement aucun courant. Le faible courant dérivé qui s'y manifeste n'est pas suffisant pour déterminer un mouvement de l'armature.

*

Digitized by Google

Si, au contraire, on porte la manivelle HS sur le plot 3, cette manœuvre met l'inducteur en dérivation sur les trois résistances intercalées entre les stations 0, 1, 2 et 3. Le circuit parcouru par le courant est alors désigné par les flèches simples en traits pointillés. L'intensité du courant dans l'inducteur est évidemment proportionnée à la somme de ces trois résistances ; la bifurcation du courant a lieu au point *o*.

Supposons maintenant la manivelle HS toujours sur le plot 3, mais déplaçons le commutateur U afin d'inverser la direction du courant dans l'inducteur ; alors la voiture prendra un mouvement en arrière en conservant la même vitesse.

Le courant suivra le circuit indiqué par les flèches doubles en trait plein.

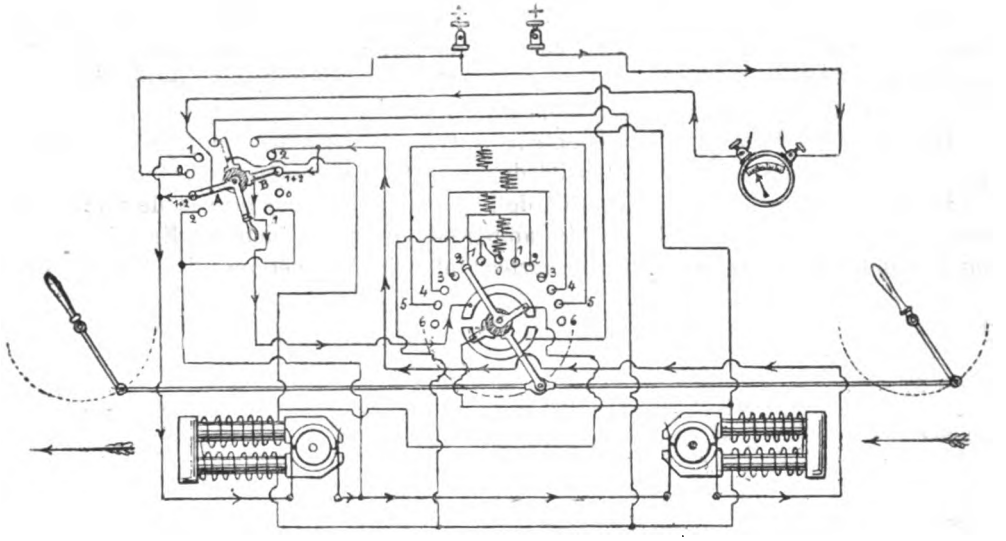


Fig. 2.

La figure 2 montre schématiquement l'équipement d'un véhicule à deux moteurs insérés dans le circuit de la ligne. Le réglage et le renversement du mouvement sont effectués par une seule manivelle manœuvrable de la plate-forme où se trouve le conducteur.

Le commutateur, représenté à gauche et en haut de la figure, sert en cas d'avarie de l'un ou l'autre moteur, ou même pour les éliminer tous deux du circuit.

Dans le circuit même est intercalé un ampèremètre que le conducteur consulte pour l'exécution des manœuvres de marche.

Em. Dieudonné.

NOUVEAU CONJONCTEUR-DISJONCTEUR SPÉCIAL POUR FORTES INTENSITÉS
SYSTÈME LEROY

Chargé de la direction des ateliers de construction de MM. Poilpré et Cie, nous avons eu à étudier dernièrement un disjoncteur-conjoncteur dont les résultats excellents et la nouveauté de l'idée sur laquelle il repose nous engagent à donner la description à nos lecteurs.

Notre appareil se compose en principe d'une petite dynamo à inducteurs bipolaires du type dit supérieur, dont l'armature, suspendue entre deux pointes, a une forme dérivant des premières bobines de Siemens avec un fer en H.

Digitized by Google

Les deux noyaux verticaux des inducteurs reçoivent chacun un enroulement ; celui de gauche sur la figure est formé par un fil dont la section est suffisante pour supporter, sans échauffement anormal, le courant maximum du régime de charge ; le fil de la bobine de droite, au contraire, est calculé selon la différence de potentiel maximum de la batterie de façon à ne pas s'échauffer, d'une part, et à ne laisser passer, d'autre part, qu'une faible intensité.

Le circuit du gros fil aboutit, d'une part, à une des bornes de l'instrument et, d'autre part, à un godet en fer qu'on remplit de mercure. Un second godet identique placé près du premier est relié à la seconde borne ; pour compléter le circuit il faut, par suite, jeter sur les deux godets un pont en fer, plongeant de part et d'autre dans le mercure. Un chapeau en fibre recouvrant les godets empêche toute projection du métal liquide, il est percé de deux trous juste assez grands pour laisser passer les pieds du pont de fer. Le fil fin de la bobine de droite aboutit par ses deux extrémités aux deux bornes du disjoncteur ; il est

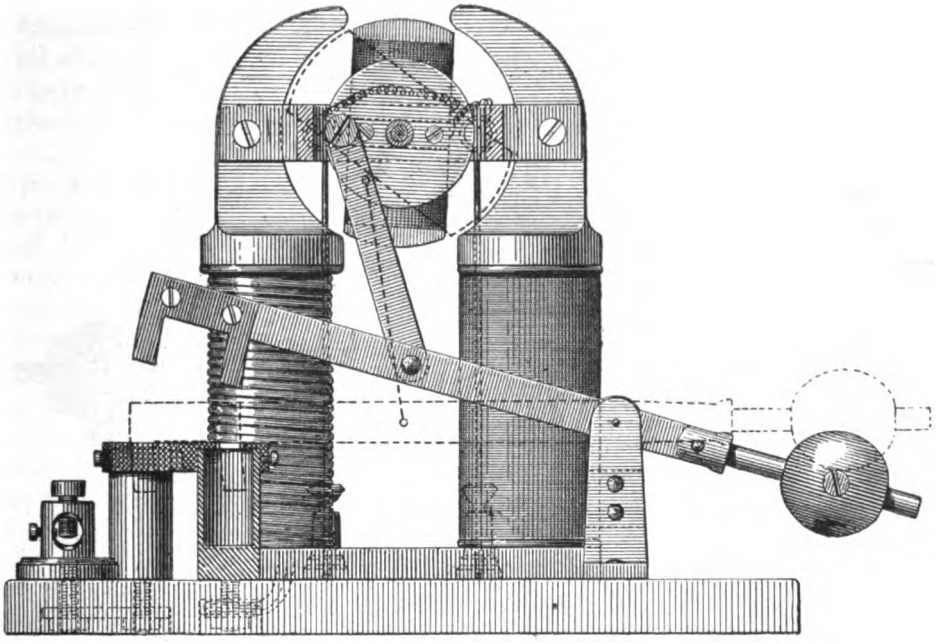


Fig. 1.

par suite en dérivation avec le gros fil quand le pont est en place ; il se trouve, au contraire, seul en circuit quand le pont est relevé.

L'armature mobile ne tournant jamais de plus de 90 degrés, les deux bouts du fil fin dont elle est enroulée aboutissent chacun à une borne fixée au socle de l'appareil.

Les deux grosses bornes de gauche servent à intercaler le conjoncteur-disjoncteur dans le circuit de charge ; les deux petites permettent de mettre l'armature mobile en dérivation sur un certain nombre d'éléments, dix à douze par exemple, de manière à développer dans le fer en H un champ magnétique puissant et de sens invariable sans trop échauffer le fil qui l'entoure.

Le pont en fer destiné à relier électriquement les godets à mercure est porté à l'extrémité d'un levier pivotant autour d'un axe horizontal et muni d'un contrepoids mobile destiné au réglage ; une bielle en fibre relie le levier équilibré à un bouton excentré, fixé sur une face en cuivre rapportée sur l'axe de l'armature mobile. Le mouvement de rotation de

Digitized by Google

celle-ci entraîne donc par l'intermédiaire de la bielle le soulèvement ou l'abaissement du levier et, par suite, du pont de fer.

Par suite de la différence de longueur des deux bras de levier auxquels est reliée la bielle en fibre, l'effort que doit produire l'armature pour mouvoir le levier équilibré est extrêmement faible, une rotation de 90 degrés correspondant à un mouvement angulaire de quelques degrés seulement du grand levier.

Les deux enroulements de fil recouvrant les inducteurs sont disposés de façon à avoir sur la carcasse magnétique des actions magnétisantes concordantes; les bornes auxquelles aboutit le circuit de l'armature mobile sont reliées aux éléments de la batterie, de telle façon que le courant traversant les bobines dans le sens de la charge, l'armature obéissant aux lois des attractions magnétiques tende à maintenir le levier abaissé et, par suite, le circuit de charge fermé.

De cette manière, si le courant vient à changer de sens dans les inducteurs par suite

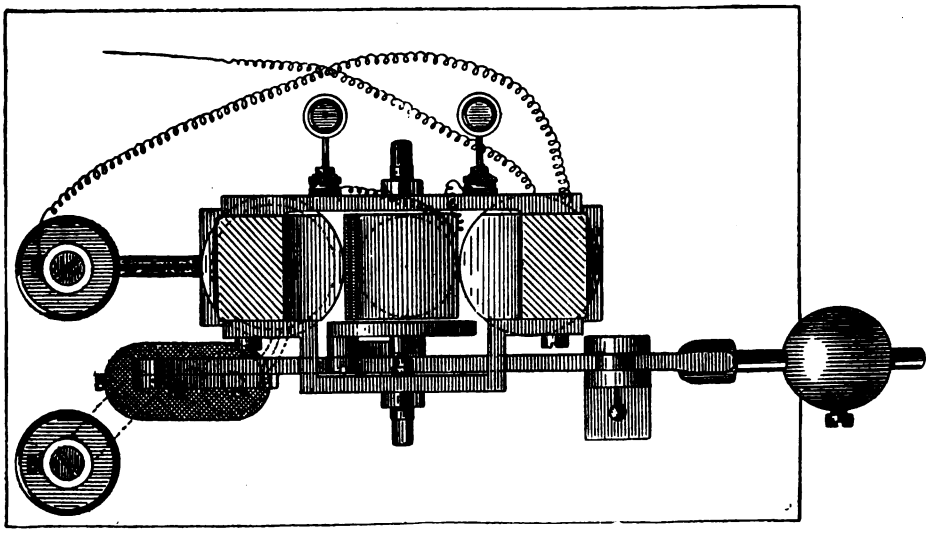


Fig. 2.

du ralentissement ou de l'arrêt de la dynamo, la polarité des inducteurs se trouvant inversée sans que celle de l'armature varie, celle-ci sollicitée par un double effort tournera entraînant avec elle le levier et rompant par suite le circuit du gros fil. A partir de ce moment, la bobine à fil fin se trouve seule en série avec la batterie et la dynamo; la résistance de ce circuit est assez grande pour que le courant qui subsiste ne puisse ni détériorer ni inverser la dynamo si celle-ci est à double enroulement; l'action magnétisante est cependant, grâce au nombre des spires, assez considérable pour créer une polarité sensible qui reste du sens voulu pour maintenir le circuit principal ouvert tant que la dynamo n'a pas repris une force électromotrice plus grande que celle de la batterie.

Quand, les circonstances de la charge redevenant normales, le courant traversant le fil fin aura repris son premier sens, les mêmes effets que ceux qui ont causé la disjonction se reproduisant en sens inverse donneront lieu à l'abaissement du levier, il y aura par suite conjonction. Il est inutile de faire remarquer que la position du contrepoids sur le levier fera varier le moment auquel ces deux effets se produisent; on pourra, en particulier, régler l'appareil de telle façon qu'il rompe le circuit pour une faible intensité, 2 à 3 ampères par exemple, sans même qu'il y ait inversion du courant; la conjonction se produira

Digitized by Google

dans ce cas beaucoup plus tard. A notre avis, la sécurité offerte par le nouveau conjoncteur-disjoncteur est telle qu'on ne doit pas craindre de le faire agir pour une intensité aussi voisine que possible de zéro, l'ensemble des leviers et de l'armature restant en équilibre indifférent tant qu'aucun courant ne traverse les divers circuits.

Toutes les pièces mobiles étant suspendues avec le moins de frottement possible et l'appareil ne renfermant ni ressorts ni aimant permanent, notre conjoncteur-disjoncteur doit agir dans des conditions toujours identiques une fois le réglage établi. En fait, les expériences que nous avons faites sur un de nos modèles construit pour une intensité de 60 ampères nous ont permis de constater que la disjonction se produisait sans hésitation pour un courant inférieur à un ampère.

Dans l'étude de tous les appareils similaires, une chose nous a frappé, c'est la difficulté qu'on éprouve lorsque l'intensité du courant dépasse une certaine valeur à obtenir des bobines capables de la supporter; d'ailleurs, quelle que soit la solution adoptée, câble, lame mince enroulée, barre de cuivre forgée en spirale, etc., les appareils construits de la sorte ont deux graves défauts : ils ne peuvent avoir aucune sensibilité à cause du peu de spires qu'ils possèdent, et en second lieu ne sont pas industriels, parce qu'ils sont forcément chers et longs à construire, devant être étudiés spécialement pour chaque cas particulier.

Nous avons cherché à remédier à cet inconvénient en construisant notre disjoncteur-conjoncteur pour une intensité maximum de 60 ampères, ce qui permet un bobinage facile et l'emploi d'un nombre de spires assez considérable pour conserver à l'appareil une grande sensibilité. Afin de répondre aux cas où l'intensité du courant de charge est considérable, nous avons imaginé l'emploi d'un shunt variable intercalé automatiquement entre les bornes du disjoncteur de manière à ce que l'intensité du courant traversant celui-ci ne dépasse jamais 60 ampères.

Le shunt en question peut être formé de deux crayons parallèles de charbon de diamètre approprié au courant qui doit les traverser, réunis électriquement à leur extrémité supérieure par une lame métallique plus ou moins résistante.

Les deux crayons entrent verticalement dans deux éprouvettes remplies de mercure reliées respectivement aux deux bornes du disjoncteur, ils sont suspendus à une chaînette enroulée sur un treuil dont l'axe porte une roue à rochet. Un cliquet engagé dans les dents de la roue immobilise le treuil dans le sens du mouvement que tend à lui communiquer le poids des deux charbons; ce cliquet est relié à l'armature mobile d'un petit électro-aimant, de sorte que les charbons peuvent descendre quand l'électro étant traversé par un courant a dégagé le cliquet. Le poids de la chaînette est calculé de façon à équilibrer, à peu près, la poussée croissante du mercure.

Un rochet faisant corps avec l'armature mobile d'un électro-trembleur peut communiquer à la roue à rochet un mouvement de rotation qui entraîne la montée des charbons quand l'électro-trembleur est rendu actif.

On voit que de la sorte il suffira pour augmenter ou diminuer la résistance du shunt d'envoyer le courant dans le trembleur ou dans l'électro à cliquet.

L'appareil qui remplit cette fonction est un ampèremètre grossier, formé de deux rigoles circulaires diamétralement opposées et reliées par un pont en cuivre pivoté verticalement; cet ensemble étant mis en circuit avec le fil de la grosse bobine et posé sur la culasse en fer du disjoncteur, le pont de cuivre mobile traversé par le courant tendra à se mettre en croix avec la culasse qui fait partie du circuit magnétique.

Un ressort spiral antagoniste équilibrant l'effort électro-magnétique, il y aura pour chaque intensité du courant traversant le gros fil une position d'équilibre de l'équipage mobile.

Deux butées disposées de façon à faire contact avec le pont dans deux positions prises

Digitized by Google

comme limite, 55 ampères et 15 ampères par exemple, sont reliées électriquement, l'une à l'entrée de la bobine à cliquet, l'autre à celle de l'électro-trembleur ; la seconde extrémité de chacune de ces bobines aboutissant, d'autre part, à un des éléments de la batterie voisine du disjoncteur. Lorsque l'intensité du courant dans le disjoncteur atteindra la limite supérieure adoptée, le contact étant établi par l'équipage mobile sur la butée reliée au cliquet, le treuil rendu libre se déroulera jusqu'à ce que l'intensité dans le gros fil tombe au-dessous de la valeur limite supérieure ; le même effet se reproduira d'ailleurs chaque fois que le contact se fera de ce côté. Si, au contraire, l'intensité baisse au point de descendre jusqu'à la limite inférieure, 15 ampères, le contact se faisant sur la butée de ce côté, le trembleur fonctionnera et relèvera le shunt ; l'intensité continuant à baisser, les crayons finiront par sortir complètement du mercure et le disjoncteur retombera dans le cas ordinaire conservant par suite la même sensibilité en cas de renversement du courant.

Il est clair que l'ampèremètre relais peut agir en sens inverse : par exemple, les crayons peuvent descendre quand le trembleur fonctionne, un contrepoids tendant sans cesse à les relever ; cette solution est même préférable à la première au point de vue de la sécurité.

Si R est la résistance du gros fil enroulé sur l'inducteur, il faut que la résistance de l'ensemble des charbons et du mercure, au moment où ceux-ci y pénètrent, soit au moins égale à $\frac{R}{2}$; l'intensité passerait dans ce cas dans le gros fil de $I = 55$ à $I = \frac{55}{3} = 18$. Quant à la résistance du shunt entièrement plongé, elle est donnée par $R_s = \frac{R \times 55}{I_s}$ en appelant I_s l'intensité maximum à prévoir. Bien que le fil puisse supporter largement 60 ampères, nous avons calculé les shunts pour 55 ampères pour tenir compte des retards de fonctionnement.

Nous croyons être arrivés à rendre vraiment industriel notre conjoncteur-disjoncteur par le fait même qu'il n'en existe qu'un seul modèle pour tous les cas, la seule pièce variant d'un appareil à l'autre étant le shunt.

Nous ferons remarquer en passant qu'une fois la disjonction produite, bien que la culasse puisse être polarisée par le courant de décharge traversant le fil fin, l'équipage mobile n'est parcouru par aucun courant ; il est par suite inerte et le shunt reste sans effet et complètement en dehors du mercure.

Les batteries d'accumulateurs deviennent de jour en jour plus nombreuses et plus importantes ; aussi, croyons-nous au succès de notre nouveau modèle ; le nom des constructeurs, MM. Poilpré et C^ie^, est d'ailleurs un sûr garant de son parfait fonctionnement.

M. Leroy.

PROCÉDÉS ÉLECTROLYTIQUES DE DÉSINFECTION ET D'ÉPURATION DES EAUX D'ÉGOUTS

La contamination des cours d'eau et la recherche des moyens à employer pour l'éviter est une question d'une importance capitale, car il est bien prouvé aujourd'hui que la plupart des maladies épidémiques n'ont d'autre cause que l'infection des eaux qui servent à l'alimentation.

Il est incontestable que la contamination des rivières provient du déversement, dans leur cours, des eaux d'égouts des villes qui, ainsi que l'a prouvé M. Pasteur, apportent des organismes vivants, cause première de la fermentation des matières putrescibles. Ces germes, bacilles ou microbes, distribués abondamment, par suite de la pollution des eaux, sont la cause de presque toutes les maladies zymotiques. Les campagnes sont sou-

Digitized by Google

vent aussi éprouvées que les villes par les épidémies ; ici encore, c'est l'eau qui apporte les germes nocifs, car il est à remarquer que les endroits éprouvés se trouvent toujours dans le voisinage de marais, d'eaux stagnantes qui tiennent en dissolution ou en suspension des matières végétales ou animales en putréfaction.

Avec le système du *tout à l'égout*, les cours d'eau deviennent de véritables égouts collecteurs qui propagent l'infection sur tout leur parcours jusqu'à leur embouchure. Le fait a été du reste bien établi lors de la terrible épidémie de choléra qui a sévi sur Hambourg tout dernièrement, et qui ne peut être attribuée qu'à l'infection des eaux de l'Elbe servant à alimenter la ville.

Le procédé qui consiste à faire bouillir l'eau pour la stériliser et la rendre inoffensive est évidemment d'une application des plus faciles, mais il n'est que rarement employé par les consommateurs. Est-ce ignorance, insouciance ou paresse ? Nous n'avons pas à le rechercher, mais il est certain que les hygiénistes n'ont trouvé qu'un seul moyen efficace à employer pour prévenir les épidémies, et ce moyen consiste à purifier les eaux avant de les livrer à la consommation.

Deux procédés de désinfection sont aujourd'hui en présence : le procédé chimique et le procédé électrolytique.

Le procédé chimique repose sur l'emploi de produits connus sous le nom générique de *désinfectants*, produits que l'on peut diviser en trois grandes classes :

1° Les désinfectants proprement dits, qui agissent par oxydation en détruisant les matières organiques en putréfaction. A cette catégorie appartiennent le chlore, les hypochlorites, les permanganates, les sels de fer, etc. ;

2° Les antiseptiques, qui arrêtent la putréfaction et qui tuent les organismes déjà formés. Tels sont l'acide phénique, la créosote, le goudron, etc. ;

3° Les masquants, qui suppriment seulement la mauvaise odeur ou la rendent plus supportable, mais qui laissent subsister le mal en entier.

Les désinfectants proprement dits sont les seuls qui agissent d'une manière complète et efficace ; les antiseptiques ont certainement une grande valeur, mais on ne peut songer à les employer que pour des désinfections locales, car leur action cesse bientôt et la matière entre de nouveau en putréfaction.

Parmi les produits appartenant à la première catégorie, deux seulement sont d'une efficacité reconnue et absolue ; ce sont le chlore et les hypochlorites.

Le chlore gazeux est d'un emploi peu pratique ; quant au chlorure de chaux, il présente l'inconvénient de laisser un énorme résidu de chaux et d'être d'un prix assez élevé. Dans ces conditions, on s'explique fort bien que la difficulté d'emploi de ces produits et leur prix trop élevé aient empêché qu'ils ne soient appliqués d'une manière méthodique et constante.

Avec les procédés électrolytiques, au contraire, on a pu arriver à produire la désinfection des eaux d'une manière absolue et dans des conditions économiques que n'atteindront jamais les méthodes chimiques.

Plusieurs procédés électrolytiques ont déjà été mis à l'essai et ont donné des résultats satisfaisants. Nous citerons particulièrement le procédé Hermite, celui de Webster et enfin le procédé Woolf, qui vient d'être appliqué aux environs de New-York.

Nous ne parlerons pas ici du procédé Webster qui a été déjà décrit dans cette revue, lors de la publication du mémoire de l'auteur [1], et qui consiste à traiter les eaux d'égout par l'électricité en présence du fer. Nous nous bornerons à donner quelques renseignements sur le procédé de M. Hermite et sur celui de M. Woolf.

[1] Voir *la purification des eaux d'égout par l'électricité*, par Webster. *Revue internationale de l'Électricité*, tome X, page 5.

Digitized by Google

Procédé Hermite. — Le procédé Hermite est basé sur le principe suivant : Quand on fait passer un courant électrique dans la dissolution aqueuse d'un chlorure, ce chlorure est décomposé en même temps que l'eau ; il se forme au pôle positif un composé oxygéné du chlore très instable, doué d'un grand pouvoir d'oxydation et, par suite, de désinfection ; au pôle négatif, il se forme un oxyde qui a le pouvoir de précipiter certaines matières organiques.

Par électrolyse, on obtient donc, dans ces conditions, un liquide qui a les propriétés suivantes :

1° De détruire complètement les matières organiques résultant de la putréfaction, — les gaz tels que l'hydrogène sulfuré, le sulfhydrate d'ammoniaque et l'hydrogène phosphoré, — les carbures d'hydrogène, et enfin les germes ou microbes ;

2° De précipiter certaines matières, telles que les matières albuminoïdes, qui entraînent avec elles les corps en suspension dans l'eau et, par conséquent, de la clarifier ;

Les chlorures qui se prêtent le mieux à l'obtention de ces liquides désinfectants sont :

1° Le chlorure de magnésium ou le mélange de ce sel avec le chlorure de sodium ou de potassium ;

2° L'eau de mer ;

3° Les eaux-mères provenant des marais salants ;

4° Le chlorure de sodium ;

5° Le chlorure de calcium ;

6° Le chlorure d'aluminium ;

7° Le chlorure de fer.

La désinfection électrolytique s'applique de deux manières différentes dans le procédé Hermite : par action directe et par action indirecte.

Par action directe, on mélange au liquide à désinfecter une faible proportion d'un des chlorures indiqués plus haut et on fait passer le courant électrique dans le liquide qui circule dans un appareil spécial, appelé *Electrolyseur*, appareil que nous avons déjà décrit lorsque nous avons parlé du procédé de blanchiment du même inventeur [1].

Le chlorure en dissolution dans l'eau est décomposé par le courant électrique, et cela en présence des matières nuisibles. Il se produit au pôle positif de l'oxygène et du chlore qui se combinent pour former des composés oxygénés du chlore dont le pouvoir oxydant et, par suite, désinfectant est considérable, car il est évalué à cinq fois environ celui du chlorure de chaux. Ces composés chlorés agissent sur les gaz, sur la matière organique et sur les organismes (microbes, spores, etc.) contenus dans les eaux à désinfecter. Selon la rapidité du passage de ces eaux dans l'électrolyseur et aussi selon l'intensité du courant employé on peut, à volonté, soit désinfecter complètement en détruisant la matière organique et en brûlant les gaz odorants par oxydation, soit simplement désodoriser, en brûlant seulement les gaz et en conservant la matière organique. Dans les deux cas tous les organismes sont détruits.

Par action directe, on obtient le maximum de rendement du système, parce que le composé désinfectant agit immédiatement ; il n'y a aucune perte, car le liquide entre infecté par un côté de l'appareil et en sort complètement désinfecté de l'autre. Toute l'opération consiste en un passage du liquide dans les électrolyseurs.

Lorsqu'on opère par action indirecte, on fait passer dans les électrolyseurs une dissolution de chlorure ou simplement de l'eau de mer et on fait agir le courant. Dès que cette dissolution est arrivée au titre voulu en composés chlorés, on la mélange avec le liquide à désinfecter, ou bien on l'emploie pour le lavage des égouts ou des ruisseaux à désinfecter.

[1] *Le blanchiment électro-chimique par le procédé Hermite, Revue internationale de l'Electricité*, tome IX, page 121.

Digitized by Google

Les appareils Hermite peuvent aussi être employés avec avantage pour purifier et clarifier les eaux destinées à l'alimentation. Il suffit pour cela d'ajouter à l'eau une faible quantité de sel marin ou mieux de chlorure double d'aluminium et de sodium et d'électrolyser le mélange pendant un temps très court. Le composé chloré qui se forme détruit les matières organiques, en même temps que l'alumine gélatineuse qui est mise en liberté se précipite en entraînant au fond toutes les matières insolubles qui se trouvaient en suspension dans l'eau.

Procédé Woolf. — Le procédé que M. Woolf vient d'appliquer récemment à Brewster, près de New-York, est basé sur le même principe que le procédé Hermite dont il ne diffère guère que par la disposition des appareils électrolyseurs.

Avant de décrire le dispositif imaginé par M. Woolf, il peut être intéressant de rappeler les causes qui l'ont amené à faire cette installation. Comme le raconte notre confrère américain l'*Electrical Engineer*, à qui nous empruntons les détails qui suivent, les habitants de New-York City se plaignaient depuis longtemps de la mauvaise qualité des eaux qui leur étaient distribuées. Le Conseil d'hygiène local, à la tête duquel se trouve le Dr Cyrus Edson, s'occupa activement de rechercher les causes d'infection des eaux livrées à la consommation. On finit par découvrir que c'étaient des égouts de Brewster, petite localité située à 32 kilomètres de New-York, que provenait la contamination. En effet, les eaux vannes des égouts de cette localité se déversent dans d'immenses marécages qui se trouvent aux environs. Comme ces marais sont situés à une altitude assez élevée, les eaux, filtrant à travers les terres, s'écoulent dans un des cours d'eau qui ont été captés pour concourir à l'alimentation de New-York. Dans ces conditions, il devenait urgent d'entreprendre des travaux d'assainissement, d'autant plus nécessaires que les marais qui avoisinent Brewster constituaient un danger permanent pour la santé des habitants de cette localité.

Après examen des divers projets d'assainissement qui lui furent soumis, le Dr Edson reconnut que le procédé le plus simple consistait à désinfecter complètement les eaux d'égout à Brewster même. La difficulté d'effectuer une purification complète avec les procédés habituellement employés à cet effet, qui comportent l'emploi de produits chimiques d'un prix relativement élevé, conduisit à adopter la méthode proposée par M. Albert-E. Woolf.

Cette méthode consiste à préparer un liquide désinfectant à l'aide de l'eau de mer électrolysée.

On sait que les substances en dissolution dans l'eau de l'Océan sont les suivantes :

Chlorure de sodium	2,7558 0/0
Bromure de sodium	0,0326
Sulfate de potassium	0,1715
Sulfate de calcium	0,2046
Sulfate de magnésium	0,0614
Chlorure de magnésium	0,3260
TOTAL	3,5519 0/0

Comme on le voit, les chlorures dominent dans ce mélange de sels et s'y trouvent dans les proportions voulues pour obtenir un désinfectant énergique.

Sous l'action du courant, les chlorures et bromures sont transformés en hypochlorites et en hypobromites et il se forme en même temps d'autres composés de nature plus ou moins complexe. Lorsqu'une dissolution d'hypochlorite de sodium est mise au contact d'une manière organique, il y a décomposition de cette dernière ; quoiqu'il soit assez difficile de connaître exactement la réaction qui se produit dans ces conditions, il est certain qu'une partie du chlore de l'hypochlorite se substitue à une partie équivalente de l'hydro-

Digitized by Google

gène de la matière organique ; cet hydrogène mis en liberté se combine à son tour avec ce qui reste de chlore dans l'hypochlorite et, comme dans l'opération du blanchiment, il y a en même temps production d'ozone qui agit également sur la matière organique pour l'oxyder. Le résultat final est la décomposition complète des eaux vannes lorsque la quantité d'hypochlorites tenue en dissolution est suffisante.

L'installation faite à Brewster par M. Woolf comporte un générateur et un moteur à vapeur de 15 chevaux actionnant une dynamo de 700 ampères et 5 volts. La force motrice installée permettra, au fur et à mesure des besoins, d'installer d'autres dynamos et d'autres électrolyseurs.

L'électrolyseur est constitué par une cuve fermée, d'une capacité de 4 500 litres, placée à côté de la dynamo et alimentée par une autre cuve, de 13 500 litres de contenance, où arrive l'eau de mer qui s'écoule, par l'effet seul de la pesanteur, dans la cuve à électrolyse.

Les électrodes qui reposent sur le fond de la cuve comportent trois plaques de cuivre recouvertes de platine servant d'anode et quatre plaques de charbon servant de cathode ; ces dernières ont 25 mm d'épaisseur et une surface de 900 cm^2.

L'appareil fonctionne d'une manière continue et, dès que la solution désinfectante est arrivée au degré voulu, elle s'écoule dans des tuyaux qui l'amènent directement à l'égout.

Depuis l'application du procédé Woolf, les odeurs nuisibles qui s'échappaient des marais ont complètement disparu et les analyses effectuées sur les eaux recueillies à la sortie ont prouvé que les matières organiques ne s'y trouvaient plus qu'en minime quantité.

Le Dr Edson, président du Conseil d'hygiène de New-York, a fait une série d'expériences dans le but d'étudier l'action de ce liquide désinfectant sur les micro-organismes. Il a reconnu qu'une solution au dixième de ce liquide suffisait pour arrêter complètement leur développement. En ce qui concerne le bacille du choléra, il a constaté que des cultures de colonies de ce bacille étaient entièrement détruites lorsqu'elles étaient mises en contact pendant 30 secondes avec le liquide désinfectant.

Comparé à la dissolution du chlorure de chaux à 1 0/0, le liquide provenant de l'électrolyse de l'eau de mer a été reconnu avoir un pouvoir désinfectant au moins aussi puissant, car, à l'analyse, on ne trouve dans la dissolution de chlorure de chaux que 250 milligrammes de chlore utile par litre, tandis que la solution électrolysée en contient 264 milligrammes.

En ce qui concerne le prix de revient, il est plus avantageux d'employer le procédé Woolf que la dissolution de chlorure de chaux, car cette dernière revient environ à un prix cent quarante fois plus élevé.

J.-A. Montpellier.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Sur la résistance électrique du fil de cuivre pur, par M. Lagarde.

Depuis quelques années on a constaté, lors des fournitures de fil de cuivre de haute conductibilité faites à l'Administration des Télégraphes, que, dans bien des cas, leur résistance électrique était inférieure à celle indiquée dans les traités d'électricité pour le cuivre pur. Il y avait donc lieu de penser que cette dernière était fausse probablement, parce qu'à l'époque où elle a été déterminée par les physiciens on ne pouvait pas se procurer du cuivre en fils aussi pur qu'aujourd'hui, soit aussi parce que l'échantillon ayant servi aux essais étant très court, les erreurs d'expériences, quoique très faibles,

Digitized by Google

étaient relativement grandes. Dans ces conditions, M. Lagarde, ingénieur des Télégraphes, a cru très utile de mesurer de nouveau la résistance du fil de cuivre pur. A cet effet, il a fait faire par la maison Grammont, de Pont-de-Chérui, environ 100 m de fil de cuivre ayant exactement 0,001 m de diamètre et provenant de cuivre traité par l'électrolyse, dans cette même maison. L'analyse chimique faite sur 10 gr de matière a montré que ce cuivre ne contenait en substances étrangères que des traces inappréciables de fer et de bismuth.

Pour déterminer la résistance électrique de ce fil, l'auteur s'est servi de l'appareil qu'il avait précédemment employé pour des recherches analogues et qui était disposé pour pouvoir mesurer les résistances des fils métalliques à diverses températures.

Cet appareil comporte un tambour cylindrique en bois sur lequel on enroule le fil à expérimenter. Les deux bases de ce tambour sont évidées sur la moitié environ de leur étendue et sa surface latérale est ouverte longitudinalement sur les 3/4 environ, de sorte que l'air circule librement de l'intérieur à l'extérieur. Grâce à cette disposition, le fil placé dessus peut prendre facilement la température de l'air qui l'entoure immédiatement.

Le tambour avec le fil enroulé dessus est ensuite placé dans une étuve composée de deux cylindres concentriques en tôle, ayant chacun un fond fixe à sa partie inférieure, et dont les ouvertures supérieures sont fermées par des couvercles mobiles. Deux thermomètres de haute précision, marquant les dixièmes de degré, sont placés chacun dans une gaine en laiton ayant une ouverture longitudinale et plongent dans l'étuve par deux tubulures ménagées dans les couvercles supérieurs et fermées hermétiquement par des bouchons en caoutchouc. Les ouvertures à travers lesquelles passent les deux conducteurs qui relient aux appareils de mesure le fil enroulé sur le tambour sont fermées de la même manière. Les réservoirs de ces deux thermomètres sont placés l'un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure de l'étuve; on prend la moyenne de leurs indications pour température du fil.

Un fourneau à gaz, placé au-dessous de l'étuve, permet d'élever sa température au-dessus de celle de l'air ambiant. Comme à la fin de l'opération on est obligé de ne fournir au fil essayé qu'une quantité de chaleur égale à celle qu'il perd, afin que sa température reste fixe, il faut qu'on puisse régler très exactement l'arrivée du gaz au fourneau. A cet effet, la clef du robinet à gaz a sa tête formée par une roue dentée qui engrène avec un pignon ayant beaucoup moins de dents et dont l'axe a une tête qu'on peut tourner d'un angle assez grand, tandis que la clef du robinet ne tourne que d'un tout petit. Un arrêt empêche qu'on ne ferme complètement le robinet.

Voici maintenant comment on opère à l'aide de cet appareil. On enroule le fil à expérimenter sur le tambour en bois et on place celui-ci dans l'étuve qu'on ferme hermétiquement. On prend, au bout d'un temps suffisant pour que le fil ait acquis la température de l'air qui l'entoure, la résistance électrique de ce fil par la méthode du pont et en faisant usage d'un galvanomètre à miroir de Thomson ; on note en même temps les indications données par les deux thermomètres qui plongent dans l'étuve et leur moyenne représente la température initiale du fil [1]. On allume ensuite le fourneau à gaz et, toutes les cinq minutes, on note la température et on mesure la résistance électrique, deux choses qui augmentent ensemble.

Quand la température est voisine de celle à laquelle on veut s'arrêter, on règle l'arrivée du gaz et, au bout d'un certain temps, les indications des thermomètres restant fixes, on voit que la résistance du fil ne varie plus. Il y a alors équilibre de température et le fil a bien celle qui est indiquée par les thermomètres. On note cette température et on mesure soigneusement la résistance électrique du fil.

Le fil placé sur le tambour avait une longueur de 100,48 m. Pour obtenir cette longueur avec précision, on l'a déterminée de deux manières différentes : 1° par la mesure directe ; 2° par le rapport de son poids 714,50 gr à 7,11 gr, le poids d'un mètre. La première méthode a donné 100,47 m et la deuxième 100,49 m. On a pris la moyenne entre ces deux nombres, c'est-à-dire 100,48 m. La concordance des deux résultats montre que le fil était bien homogène et d'un diamètre bien uniforme. Cette uniformité de diamètre avait été obtenue en tréfilant le fil à travers une filière de diamant. La densité de ce cuivre, déduite du poids de 1 m, était égale à 9,05.

On a mesuré la résistance de ce fil d'abord à 0 degré, puis à des températures variant de 0 degré à 40 degrés, afin de déterminer la loi de variation de ces résistances entre 0 degré et 40 degrés, ce qui est suffisant dans la pratique.

[1] Les thermomètres employés étaient étalonnés de manière que leurs indications, pour une même température, ne différassent pas de plus de 1/20e de degré.

Digitized by Google

Pour porter à 0 degré le fil en essai enroulé sur le tambour, placé dans le cylindre intérieur de l'appareil déjà décrit, on a rempli de glace fondante tout l'espace compris entre les deux cylindres ; l'eau provenant de la fusion s'échappait par des trous pratiqués à la partie inférieure du cylindre extérieur. Comme dans ces conditions la température du fil ne descendait pas au-dessous de 1 degré, on a ajouté un peu de sel marin à la glace et on a obtenu ainsi la température de zéro degré pendant 15 minutes. Sa résistance mesurée en ohms légaux, à l'aide d'appareils placés dans une pièce voisine, et dans laquelle la température était sensiblement la température d'étalonnement de la caisse étalon, a été trouvée égale à 1,968 ohm, ce qui donne 19,58 ohms pour résistance kilométrique à 0 degré d'un fil semblable.

Il est difficile de trouver un cuivre plus pur que celui sur lequel on a opéré, et on peut considérer 19,58 ohms comme la résistance à 0 degré de 1 000 m de fil de cuivre pur de 1 mm de diamètre.

Jusqu'à ce jour on a pris pour valeur de cette résistance 20,34 ohms, et on a représenté par 100 la conductibilité du cuivre correspondant. Or, si 100 représente la conductibilité de l'échantillon qui a servi aux essais actuels, celle du cuivre ayant pour résistance 20,34 ohms n'est plus représentée que par 96,26.

La mesure des résistances de ce même échantillon à des températures comprises entre 0 degré et 40 degrés a été faite avec le même appareil et en opérant comme il a été indiqué plus haut. On a obtenu ainsi les résultats ci-après :

TEMPÉRATURES	RÉSISTANCES du fil de cuivre	VALEUR DU COEFFICIENT de variation entre 0 et chacune des températures
(1)	(2)	(3)
0°	1ω,968	»
16 75	2 ,119	0,00438
18 5	2 ,129	0,00442
22	2 ,159	0,00441
27 2	2 ,213	0,00457
31 5	2 ,240	0,00438
32	2 ,241	0,00433
40	2 ,319	0,00445
41	2 ,331	0,00449

Les valeurs de α de la colonne (3) sont déduites de la formule $Rt = R^o(1 + \alpha t)$.

La moyenne de ces valeurs est $\alpha = 0{,}00445$, C'est ce chiffre qu'il convient d'adopter comme valeur du coefficient de variation de résistance du cuivre pur pour les températures comprises entre 0 degré et 40 degrés.

Si on prend pour abscisses les températures et pour ordonnées les résistances et qu'on joigne par une droite les points correspondants aux résistances à 0 degré et à 40 degrés, on a une droite dont s'écartent excessivement peu les extrémités des ordonnées représentant les résistances intermédiaires. Cette droite est la traduction de la formule $Rt = R_0 (1 + \alpha t)$ pour $\alpha = 0{,}00445$ et on peut la considérer, sans erreur sensible, comme représentant les diverses résistances entre 0 degré et 40 degrés.

L'une des conclusions les plus importantes tirées des résultats des expériences décrites dans les *Annales télégraphiques* (t. XV, p. 409) et relatives à la détermination de la variation de la conductibilité électrique de quelques métaux est la suivante :

« Le coefficient de variation de la résistance d'un fil de bronze ou d'un fil de cuivre avec la température est proportionnel à la conductibilité électrique de ce cuivre ou de ce bronze. »

On peut, en partant de cette loi, se proposer de calculer les différents coefficients qui correspondent à des cuivres ayant des conductibilités comprises entre 90 et 100 quand on les compare à la nouvelle base.

Le coefficient α_1 d'un cuivre ayant 90 0/0 de conductibilité, par exemple, sera donné par la relation :

$$\frac{\alpha_1}{0{,}00445} = \frac{90}{100},$$

$$\alpha = 0{,}00400$$

On dressera ainsi le tableau suivant :

Conductibilité des cuivres par rapport à la nouvelle base	Valeurs des coefficients de variation de la résistance de ces cuivres avec la température
(1)	(2)
90 0/0	0,00400
91 —	0,00405
92 —	0,00409
93 —	0,00414
94 —	0,00418
95 —	0,00423
96 —	0,00427
97 —	0,00432
98 —	0,00436
99 —	0,00441
100 —	0,00445

L'échantillon adopté jusqu'ici comme base, qui a 96,26 0/0 de conductibité, aurait alors pour coefficient $\alpha = 0{,}00428$.

Ce nombre diffère peu de 0,00388 trouvé par les physiciens et la différence peut s'expliquer par ce fait que la loi au moyen de laquelle on a calculé 0,00428 n'est qu'une loi approchée, une

Digitized by Google

loi déduite de l'expérience et dont l'application peut donner des résultats qui diffèrent un peu de ceux obtenus dans les essais. Ensuite, il est possible que ces physiciens aient trouvé $\alpha = 0{,}00388$ en portant à 100 degrés le fil essayé et il n'y aurait rien d'étonnant à ce que dans des températures aussi élevées la variation ne suive pas la même loi qu'entre 0 degré et 40 degrés, qu'elle soit plus faible, de sorte que l'application de la même formule $Rt = R^0 \times (1 \times 100\ \alpha)$ ait dû donner pour α une valeur inférieure à 0,00428.

L'Administration des Télégraphes a l'habitude de demander que le cuivre de haute conductibilité ait un minimum de conductibilité égale aux 98/100 de celle du cuivre admis jusqu'ici comme pur. En prenant comme type l'échantillon sur lequel j'ai opéré, la conductibilité de ce cuivre serait représentée par 94,33 et la valeur correspondante de α serait 0,00420, nombre qu'il conviendrait de prendre dans les corrections relatives aux fils de cuivre commandés dans ces conditions.

La loi relative à la proportionnalité qui existe entre les conductibilités électriques de deux fils de même nature et les valeurs respectives des coefficients de variation de résistance avec la température s'est vérifiée d'une façon remarquable dans les deux cas suivants :

1° Le fil de bronze qui a servi aux expériences avait à 0 degré une résistance kilométrique égale à 5,182 ohms, avec un coefficient $\alpha = 0{,}00152$.

Un autre fil de bronze ayant à 14°,20 une résistance kilométrique égale à 3,945 ohms, on demande de déterminer la valeur du coefficient α, relatif à ce deuxième fil (les deux fils étant ramenés au diamètre de 1 millimètre).

A 14°,20, le premier fil a une résistance égale à

$$5{,}182\,(1 + 0{,}00152 \times 14{,}20) = 5{,}980 \text{ ohms},$$

d'où

$$\frac{\alpha_1}{0{,}00152} = \frac{5\,980}{3\,945},\quad \alpha_1 = 0{,}00230.$$

2° Un deuxième fil de bronze ayant à 14°,35 une résistance égale à 5,320 ohms, en supposant son diamètre ramené à 1 millimètre, on demande également de déterminer la valeur du coefficient α_2 relatif à ce fil, en faisant usage de la valeur

$$\alpha = 0{,}00152.$$

En opérant comme pour le cas précédent, on trouve

$$\alpha_2 = 0{,}00170.$$

Or la détermination expérimentale de α_1 et de α_2 par la méthode déjà exposée a donné les valeurs suivantes :

$$\alpha_1 = 0{,}00231,$$
$$\alpha_2 = 0{,}00172,$$

nombres presque identiques à ceux obtenus par le calcul.

A. M.

Galvanoplastie d'or par le procédé Rivaud

M. Rivaud a présenté à la Société d'Encouragement, dans la séance du 28 juillet dernier, des spécimens de reproductions galvanoplastiques en or qu'il obtient par des procédés de son invention.

Après avoir fait un bref historique de la galvanoplastie en général, il signale tous les insuccès qu'on a éprouvés jusqu'à ce jour dans la galvanoplastie de l'or.

Par ses procédés, l'inventeur peut, dit-il, réaliser en galvanoplastie d'or tout ce qu'on obtient pour le cuivre et l'argent. Pour avoir une application pratique, la galvanoplastie d'or doit avoir les qualités suivantes:

La reproduction doit être absolument fidèle et sans retouches.

Le métal doit être malléable, sans granulations, et avoir une solidité proportionnelle à son épaisseur. Il doit supporter le feu nécessaire pour les soudures les plus fortes sans déformations ni boursouflures. Il doit permettre la ciselure nécessaire pour la ragréure des pièces en ronde-bosse qui sont le plus souvent, lorsqu'elles sont petites, formées de plusieurs coquilles. Il doit naturellement pouvoir se cambrer pour la facilité des ajustages.

M. Rivaud montre plusieurs objets remarquables obtenus par ses procédés, parmi lesquels deux galvanos d'or qui ont été émaillés sans difficulté, chose irréalisable sur la galvanoplastie du cuivre et de l'argent.

A. M.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

229257 **Snedekor**. — Recouvrements pour conducteurs électriques (10 avril 1893).

229295 **Wilder.** — Avertisseur électrique (11 avril 1893).

229297 **Fahrney.** — Télégraphie (11 avril 1893).

229299 **Waterhouse et The Waterhouse Electrical Manufacturing Company Limited.** — Lampes électriques à arc (11 avril 1893).

229303 **Quillet et Guillot.** — Cire électrique (11 avril 1893).

229314 **Trouvé.** — Dynamo-ventilateur (11 avril 1893).

229317 **Pinotot.** — Douilles pour lampes électriques (11 avril 1893).

229343 **Prokov.** — Coupe-circuit électrique à cylindres pour trains (12 avril 1893).

229366 **Joubert.** — Transmission du courant à la locomotive électrique (14 avril 1893).

229368 **Piétri.** — Renflouage de navires par l'électricité (14 avril 1893).

229374 **Johannet et Dupont.** — Construction des électromoteurs (14 avril 1893).

229388 **Félu.** — Annonciateur magnétique (15 avril 1893).

229402 **Hongniard.** — Substitution du frottement de roulement au frottement de friction dans les machines électriques (20 avril 1893).

229405 **De Lalande.** — Nouveaux microphones (17 avril 1893).

229407 **Hertel.** — Piles hydro-électriques (17 avril 1893).

229425 **Baynes.** — Machines dynamo-électriques (17 avril 1893).

229426 **Baynes.** — Générateurs dynamo-électriques (17 avril 1893).

229427 **Vautin.** — Appareils destinés aux éléments électrolytiques (17 avril 1893).

229437 **Lévi.** — Indicateurs des messages télégraphiques (18 avril 1893).

229450 **Lebefvre.** — Tampon pour la fermeture hermétique des regards de canalisations (13 avril 1893).

229454 **Thomson.** — Parafoudres (18 avril 1893).

229455 **Thomson.** — Parafoudres (18 avril 1893 .

229458 **Adams.** — Lampes électriques portatives (18 avril 1893).

229474 **Lesieur.** — Appareil d'électricité médicale (22 avril 1893).

229507 **Kottgen et Anders.** — Transmetteurs microphoniques (20 avril 1893).

229515 **Patin et Levavasseur.** — Machine électrique (21 avril 1893).

229533 **Barbier.** — Préparation de la matière active des accumulateurs d'électricité (26 avril 1893).

229534 **Barbier.** — Plaque d'accumulateur d'électricité (26 avril 1893).

229535 **Pichat.** — Sel excitateur et dépolarisant pour piles électriques (26 avril 1893).

229545 **Michel.** — Lampes à arc (22 avril 1893).

229554 **Carron.** — Balais compound pour machines dynamo-électriques (22 avril 1893).

229605 **Campany.** — Freins électriques (25 avril 1893).

229615 **Lehmann.** — Accumulateurs pour piles secondaires (25 avril 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Bouées électriques. — Le *Bulletin international de l'Electricité* nous apprend qu'on vient de poser, entre le port de Chicago et Jackson Park, un câble relié à treize bouées qui doivent éclairer la route suivie par les bateaux entre la ville et l'Exposition, sur le lac Michigan. Ces bouées sont éclairées par des lampes à incandescence de 100 bougies. Ancrées au fond par des boulets de fonte du poids d'une tonne, ces bouées dépassent le niveau du lac de 3 à 4 m. Peintes en rouge, on les aperçoit très facilement le jour, de sorte que les bateaux peuvent les éviter.

Ce qu'il y a de particulier dans cette installation de bouées électriques, c'est que leurs lampes sont alimentées en série, et comme elles prennent chacune 100 volts, on a là un câble sous-marin dont l'isolement doit résister à 1 500 volts.

Ces bouées électriques font partie de l'Exposition du Navy Department des États-Unis. — M.

Communication téléphonique avec la Suisse. — Le *Journal officiel* du 27 juillet dernier a promulgué la convention signée à Paris, entre la France et la Suisse, pour régler les conditions de l'exécution du service téléphonique entre les deux pays. Un seul article intéresse le public. Le voici *in extenso :*

Art. 8. — Les taxes des correspondances sont établies d'après la somme des distances prises à vol d'oiseau entre les divers bureaux téléphoniques centraux par lesquels passent les circuits utilisés pour la communication internationale.

Sont considérés comme directement desservis par le bureau central tête de ligne du circuit international : tous les postes d'abonnés et les bureaux publics faisant partie du réseau principal et des réseaux annexes dépendant du réseau principal installé au siège de la localité où aboutit le circuit international.

Digitized by Google

La taxe à payer par conversation sur un circuit téléphonique international est formée du total des taxes élémentaires perçues dans chaque pays. Ces taxes sont déterminées comme il suit par unité de conversation de trois minutes.

En France : à 25 centimes pour les conversations échangées entre deux localités de part et d'autre dans un rayon de 10 km à partir de la frontière, mesurée à vol d'oiseau, comme il a été indiqué ci-dessus ; à 50 centimes pour toutes les distances supérieures à 10 km, par 100 km ou fraction de 100 km ; à partir de la frontière, mesurée à vol d'oiseau comme il a été également indiqué ci-dessus.

En Suisse : à 25 centimes pour les conversations échangées entre les localités situées de part et d'autre dans un rayon de 10 km à partir de la frontière, mesurée à vol d'oiseau ; à 50 centimes pour toutes les distances supérieures à 10 km jusqu'à 100 km ; à 75 centimes pour toutes les distances supérieures à 100 km. — M.

L'arc électrique sous pression. — M. le Prof. Duncan vient d'entreprendre une série d'intéressantes recherches sur les propriétés de l'arc électrique sous pression entre 1 et 10 atmosphères. Il en résulte que le rendement lumineux (bougies par watts ou *vice versa*) augmente avec la pression. On peut rappeler, à ce propos, que plusieurs inventeurs, en vue de réduire l'usure des charbons, ont proposé, à diverses reprises, d'obtenir l'arc *dans le vide*. L'avantage ci-dessus, en tant qu'il existe (?), serait donc accompagné d'un inconvénient assez sérieux.

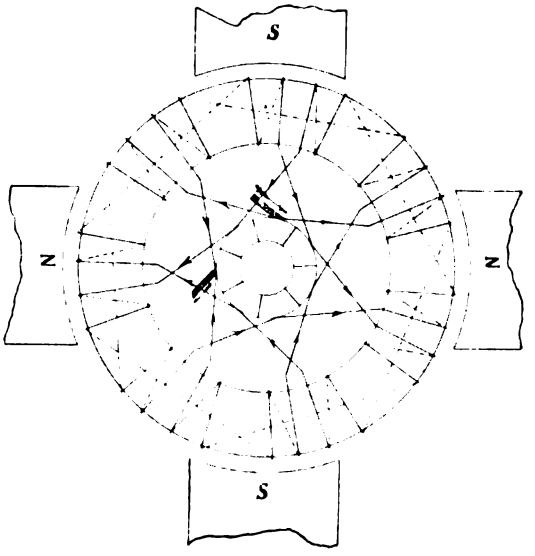
Les expériences en question ont, de plus, donné de nouveaux arguments en faveur de l'existence d'une force contre-électromotrice dans l'arc (due à la vaporisation du carbone) et à une faible force thermoélectrique, due à la différence de température de deux électrodes en présence de cette vapeur. La première augmente avec la pression et est indépendante des constantes de l'arc, tandis que la seconde varie avec celle-ci.

Un autre résultat également peu encourageant pour les inventeurs, c'est que la nature du gaz dans lequel se produit l'arc a peu d'influence sur sa nature. — E.

L'éclairage électrique municipal. — Toujours intéressants à noter les résultats économiques de l'exploitation des usines centrales par les autorités municipales. Aujourd'hui, c'est Glasgow qui arrive avec des recettes de 194 000 et des dépenses de 169 000 pour la période comprise de mars 1892 à mai 1893. Il faut cependant faire remarquer qu'il faut faire entrer dans les dépenses, en outre de 33 300 fr pour la dépréciation, 70 000 fr pour le payement des intérêts et l'amortissement du capital. Il y a donc un déficit réel ; néanmoins, cette situation n'a rien de décourageant pour une première année d'exploitation. — E.

Le chemin de fer électrique souterrain de Londres. — Notre confrère *The Electrician*, de Londres, se fait l'écho de plaintes amères sur l'insuffisance et l'irrégularité de l'éclairage des trains de la ligne susnommée. Il paraît également que l'atmosphère de ce tunnel, bien que moins infecte que celle du Métropolitain, laisse cependant beaucoup à désirer. Il y a là matière à amélioration et on s'en préoccupe, paraît-il, dans les sphères compétentes. — E.

Nouvel enroulement de machines dynamos. — M. Baumgart publie dans l'*Elektrotechnische Zeistchrift* une nouvelle forme d'enroulement qui est destiné principalement aux machines à 4 pôles, à haut potentiel.



C'est, comme on le voit sur le diagramme, une forme intermédiaire entre l'anneau et le tambour qui présente cette particularité qu'on rencontre deux fois plus de fils à l'extérieur qu'à l'intérieur. Dans le cas particulier représenté ici, deux balais seulement sont nécessaires. — E.

Programme des prix proposés par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Le programme que vient de publier la Société d'encouragement se rapporte aux prix à décerner en 1894, 1895 et 1896. Nous en extrayons la partie qui intéresse plus particulièrement les lecteurs de l'*Électricien*.

GRANDES MÉDAILLES. — La Société décerne tous les ans une des six grandes médailles aux auteurs,

Digitized by Google

français ou étrangers, de travaux qui ont eu l'influence la plus favorable sur les progrès de l'industrie française.

Elle décernera, en 1894, la grande médaille des arts physiques à l'effigie d'Ampère et, en 1896, celle des arts mécaniques, à l'effigie de Prony.

GRANDS PRIX. — La Société décerne tous les trois ans un *grand prix* à l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française.

L'un de ces prix est décerné tous les six ans et a été fondé par M. le marquis D'ARGENTEUIL. Il échoit en 1898 et sa valeur est de..... 12 000 fr

Le deuxième a été fondé par la SOCIÉTÉ ; il alterne à trois ans de distance avec le précédent, et échoit en 1895 ; il est de..... 12 000

FONDATIONS DIVERSES.—*Prix Henri Giffard.* — Fondé en 1888, il sera décerné tous les six ans, à la personne qui aura rendu des services signalés à l'industrie française. La valeur de ce prix est de 6 000 francs. Il sera décerné en 1896..... 6 000

Prix Melsens. — Ce prix, fondé par Mme veuve Melsens, est destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie, à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène. Ce prix de la valeur de 500 francs est triennal et sera décerné en 1896..... 500

PRIX SPÉCIAUX MIS AU CONCOURS

Arts mécaniques. — Les prix suivants seront décernés en 1894 :

Prix de 2 000 francs pour un moteur d'un poids de moins de 50 kilogrammes par cheval de puissance.. 2 000 fr

Prix de 3 000 francs pour un appareil diminuant dans une large mesure la fumée des foyers industriels et en particulier de ceux des chaudières à vapeur..... 3 000

Prix de 1 000 francs pour un moteur à huile lourde..... 1 000

Prix de 3 000 francs pour une machine motrice de 25 à 100 chevaux, dépensant au maximum, en travail courant, 7 kilogrammes de vapeur par heure et par cheval indiqué.... 3 000

Prix à décerner en 1895 :

Prix de 2 000 francs pour un petit moteur destiné à un atelier de famille. 2 000

Arts chimiques. — Prix à décerner en 1895 :

Prix de 2 000 francs pour la préparation industrielle de l'ozone et pour ses applications..... 2 000

Arts économiques. — Prix à décerner en 1894 :

Prix de 3 000 francs pour la présentation d'une matière pouvant remplacer complètement la gutta-percha dans l'un au moins de ses principaux usages, ou pour un ensemble de travaux ayant contribué à développer la production ou à améliorer l'exploitation de cette gomme..... 3 000 fr

Prix à décerner en 1895 :

Prix de 2 000 francs pour un appareil ou procédé industriel qui permette de mesurer ou d'évaluer l'isolement des diverses parties d'une installation électrique en activité ... 2 000

Prix de 3 000 francs pour l'auteur de recherches d'ordre physique, chimique ou autre qui l'auront amené à découvrir et appliquer, dans la pratique générale et domestique, le meilleur procédé de purification des eaux potables..... 3 000

CONDITIONS GÉNÉRALES A REMPLIR POUR LES CONCOURS

Les modèles, mémoires, descriptions, renseignements, échantillons et pièces destinées à constater les droits des concurrents seront adressés au Secrétaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes, 44 ; ils seront reçus jusqu'au 31 décembre de l'année précédant la distribution des prix : ainsi, le 31 décembre 1893 pour les concours de 1894. Ce terme est de rigueur.

On délivre gratuitement, au siège de la Société, les programmes détaillés des prix mis au concours, où se trouvent tous les renseignements utiles aux concurrents.

Protection des câbles électriques dans les ports militaires. — Les câbles électriques qui, dans les ports militaires, relient entre eux les ouvrages de défense, ainsi que ceux qui constituent le réseau de torpilles et d'avertisseurs, sont dans bien des cas à la portée des passants. L'importance qu'aurait en temps de guerre leur fonctionnement régulier a amené le Ministre de la Marine à prendre des mesures en vue d'assurer l'efficacité de la surveillance exercée par le personnel chargé de leur protection.

Pour donner une sanction aux dispositions nouvelles, dit la *Revue des Postes et Télégraphes*, tous les officiers, quartiers-maîtres et marins, chargés, à titre spécial ou accidentel, de veiller à la protection de ce réseau de conducteurs électriques, seraient admis à prêter serment, ce qui leur donnerait le droit de constater les contraventions par des procès-verbaux. — M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 141 9 Septembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE MONTAGNE DE MURREN

L'électricité a porté l'industrie des transports dans des régions qui, jusqu'à présent, lui avaient été interdites. Le pays bernois présente à l'admiration des touristes des aspects extrêmement pittoresques, des sites sauvages, à des altitudes qui commandent l'émotion. Murren, à 1 641 m d'altitude regarde la Jungfrau, ce sommet des Alpes bernoises, un des points culminants de l'Europe situé à 4 080 m d'altitude et en est séparée par une vallée profonde, sorte d'hiatus en forme de V dont Lauterbrunnen occupe l'angle à une altitude de 1 400 m.

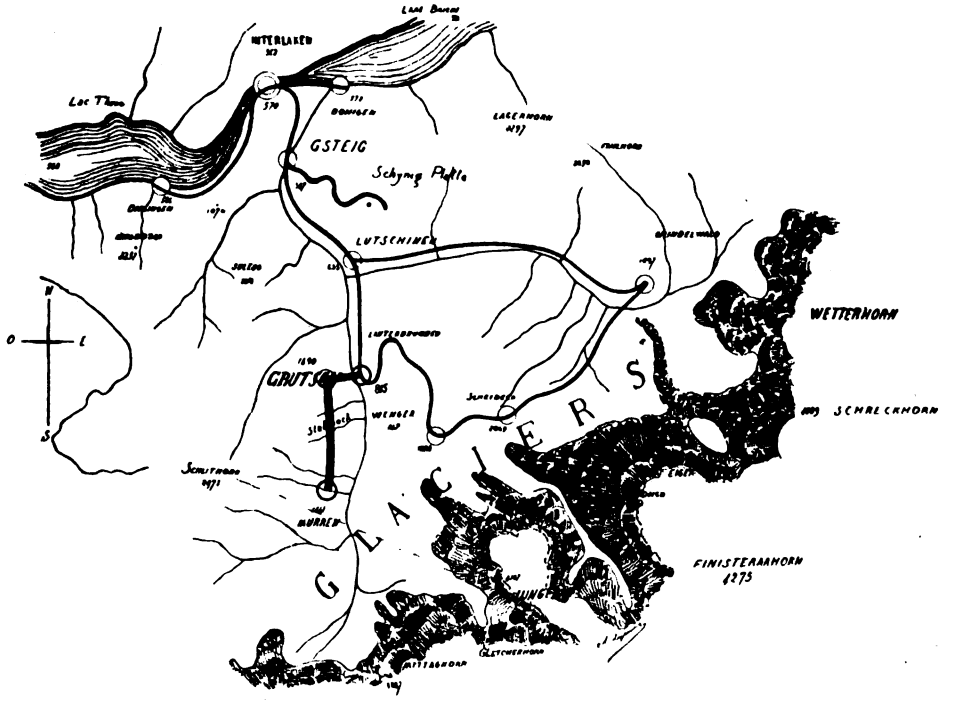


Fig. 1.

Une voie ferrée relie Lauterbrunnen à Grutsch (plan fig. 1) sur une longueur de 1 200 km. C'est une des lignes les plus escarpées qui aient jamais été construites, sa déclivité maxima atteint 60 0/0. La traction, sur cette section, se fait par câble. Sur la section de Grutsch à Murren, séparées par une distance de 4,3 km, la locomotion s'accomplit par les procédés électriques.

Les lignes de Vevey à Montreux, du mont Salève [1] sont desservies par des voitures à moteurs électriques ; le chemin de Murren emploie des locomotives électriques. La situa-

[1] Voir l'*Électricien* du 5 mars 1892, p. 149.

Digitized by Google

tion particulière de ce pays montagneux a permis d'utiliser partout l'énergie inhérente aux chutes d'eau. Le railway de Lauterbrunnen à Murren est à voie étroite, 0,98 m d'écartement des rails.

De son terminus au niveau le plus bas, la ligne s'élance jusqu'à Grutsch en franchissant des rampes successives de 42, 50 et 60 0/0. Celle-ci s'étend sur les deux tiers de la longueur totale. Au polygone de ces déclivités diverses sont substituées des courbes verticales de raccordement de rayons différents (fig. 2).

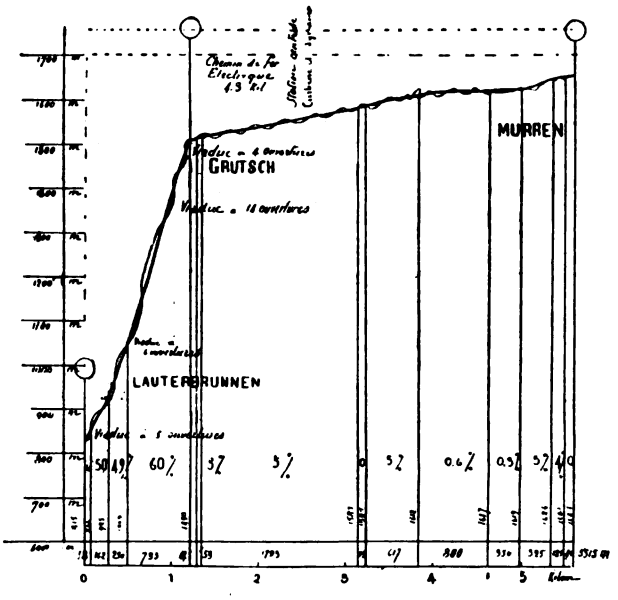


Fig. 2.

La construction de la ligne a été fort incommode et extrêmement dispendieuse à cause des inégalités du sol, de la nature meuble des terrains recouvrant les stratifications calcaires, et les difficultés de transport. Elle repose sur des viaducs en maçonnerie, parfois sur des viaducs métalliques (fig. 3). De chaque côté de la voie, en encorbellement sur les viaducs, existe un trottoir supporté par les fers d'angle écartés de 3 m, fixés aux traverses et infléchis à leurs extrémités pour constituer le garde-fou. Des rigoles latérales en béton sont ménagées pour servir d'écoulement à l'eau des réservoirs montés sur les véhicules, dont nous expliquerons tout à l'heure la fonction; dans le même but existe un canal sous les traverses. La largeur du palier de la route est de 3,60 m excepté aux gares d'évitement, vers le sommet où la largeur est de 6 m. La figure 4 donne une vue pittoresque de la ligne. Celle-ci est à double voie, avec deux crémaillères; seulement il n'y a que trois files de rails ordinaires, hormis toutefois au garage voisin du sommet où règnent deux voies séparées.

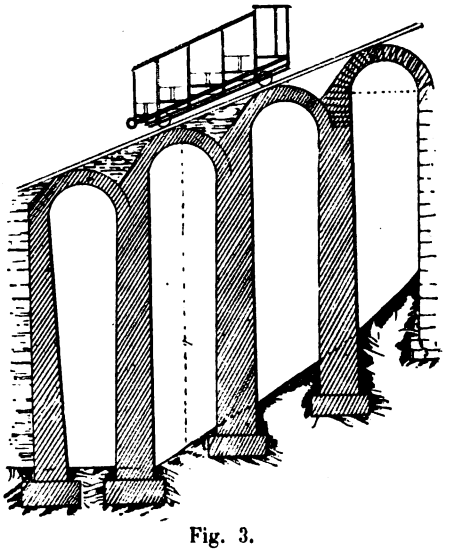


Fig. 3.

La crémaillère, au lieu de se trouver disposée à égale distance des deux rails, est rapprochée du rail central afin de laisser plus d'espace aux poulies du câble. La crémaillère et les rails pèsent respectivement 48 et 20 kg par mètre courant.

Les traverses, auxquelles sont fixées les crémaillères et les rails, par crampons et boulons, sont en acier, façonnées sous un profil à ∩ de 30 cm sur 13 et de 2,30 m de longueur, pesant 26 kg par mètre (fig. 5). Elles sont distantes d'un mètre l'une de l'autre, elles sont attachées aux longrines par des vis. Les longrines reposent sur un bloc continu de béton de section trapézoïdale, sur lequel elles sont maintenues par des boulons

Digitized by Google

d'ancrage. De plus, pour parer aux éventualités de glissement de la voie inclinée, des blocs de béton sont insérés entre les abouts des longrines à l'endroit des joints des rails.

Le câble de traction en acier au creuset se compose de six torons, comprenant chacun 21 fils et constituant finalement un cylindre de 3,5 cm de diamètre. Son poids est de 3,5 kg au mètre linéaire. Il a été essayé à une tension de rupture de 62 tonnes ; comme il n'est soumis qu'à une traction maxima de 10 tonnes, son coefficient de sécurité est égal à 6. Les poulies de support et de guidonnage du câble sont réparties le long de la voie à des distances de 13 à 16 m.

Sur la ligne de Lauterbrunnen le mouvement de locomotion est déterminé par les poids des voitures montantes et descendantes équilibrés par une certaine quantité d'eau contenue dans un réservoir que porte la voiture descendante. Dans ce cas, le poids nécessaire pour remorquer la charge variable de la voiture ascendante sur le plan incliné est compensé par une quantité d'eau qui est introduite dans le réservoir de la voiture descendante et correspondant au nombre des voyageurs montants, nombre qui a été, au préalable, téléphoné du poste inférieur de la ligne au poste du sommet. Cette eau se dépense le long du plan incliné et le réservoir arrive vide au pied. Les rigoles de déversement que nous avons mentionnées en parlant de la construction de la voie, servent à l'évacuation de cette eau.

Nous avons vu que les rampes étaient d'inclinaisons différentes. Pour égaliser les dif-

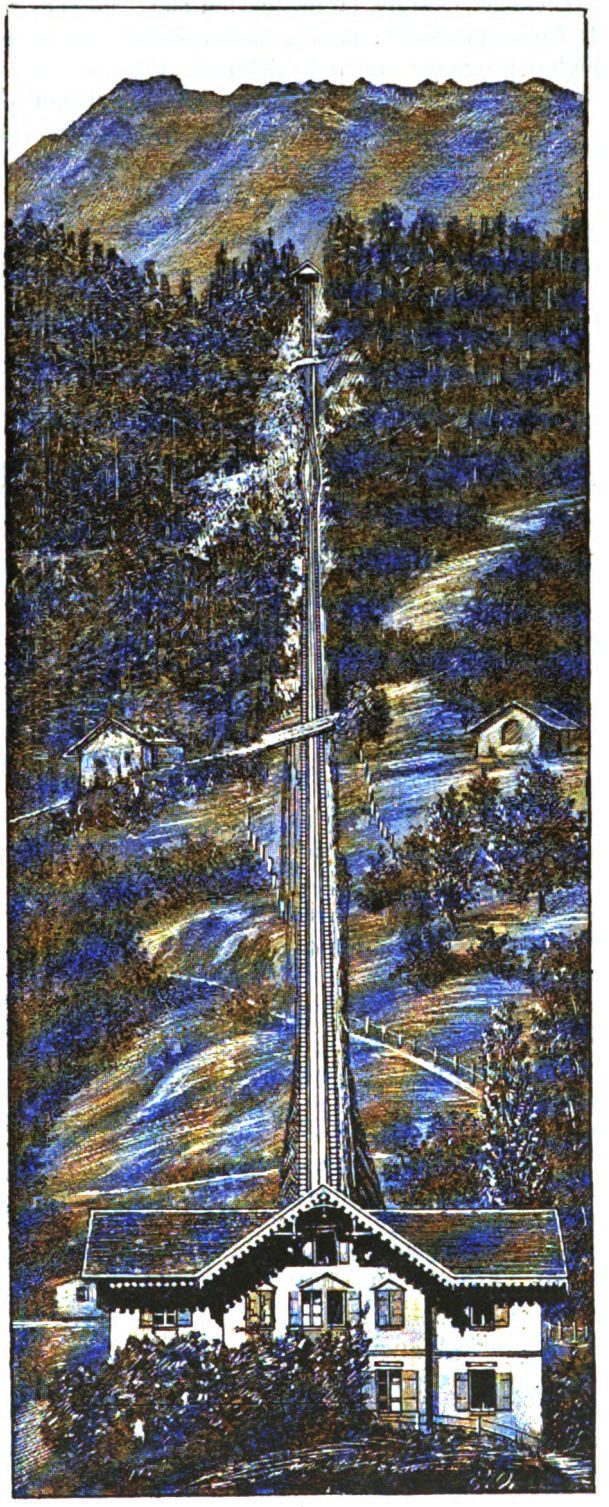


Fig. 4.

Digitized by Google

férences de charges et de tension sur ces diverses pentes, sans adjonction dispendieuse de freins puissants, un régulateur établi sur la plate-forme permet au conducteur de régler progressivement le débit du réservoir dans la descente. L'eau est dérivée de sources captées dans les Alpes au-dessus de la fameuse chute de Staubach (fig. 1) et amenée à un réservoir situé derrière le terminus du sommet, par une conduite de 1,400 km.

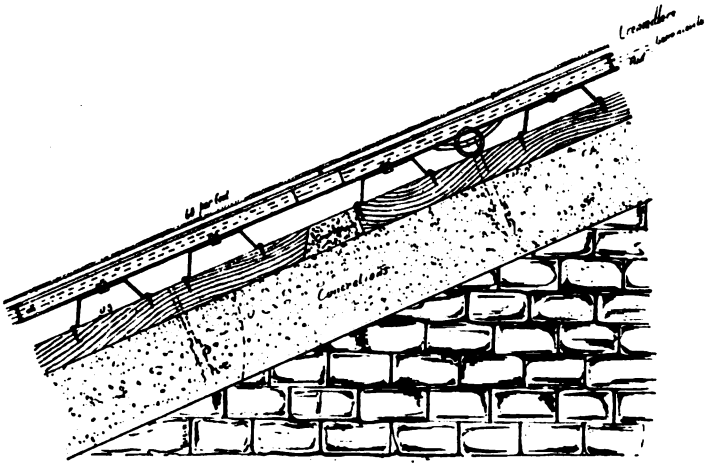


Fig. 5.

Les deux voitures à deux essieux, qui font le service de la ligne, peuvent transporter chacune trente voyageurs assis et dix debout (fig. 6), elles ont 8,40 m de longueur sur 2,50 m de largeur. Chacun des essieux porte une roue dentée de même diamètre que les roues roulant sur les rails, engrenant avec la crémaillère. Sur chacun des deux essieux sont disposés deux disques cannelés, un de part et d'autre de la roue dentée ; un de ces disques est actionné par un frein à main, l'autre par un frein automatique, de telle sorte que chaque frein agisse, d'une façon indépendante, sur les deux essieux à la fois (fig. 7).

Nous n'entrerons pas dans les détails de construction et de fonctionnement de ces freins qui nous entraîneraient hors du cadre de ce sujet. Nous avons hâte d'arriver à la section électrique de la ligne.

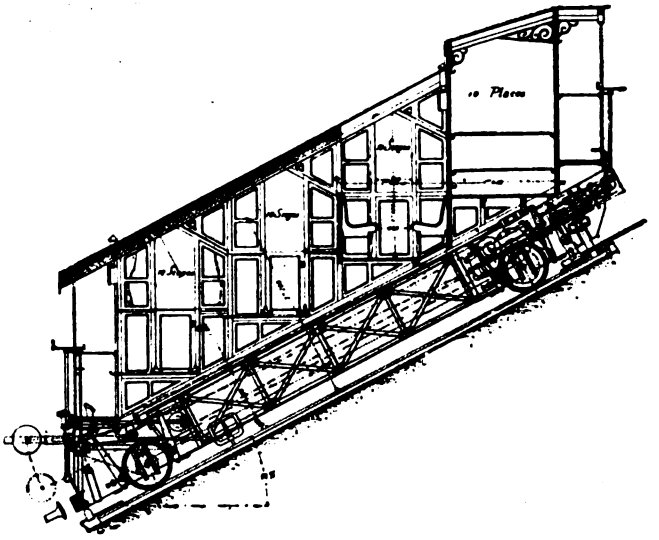


Fig. 6.

Partant du sommet de la section où la traction se fait par câble, la ligne électrique longe les flancs escarpés des Alpes entre Grutsch et Murren, en suivant étroitement toutes les sinuosités d'un sol extrêmement tourmenté, coupé par le Staubach et de nombreux autres torrents. La ligne à simple voie consiste en rails à rebords, pesant 17,500 kg par mètre courant, disposés sur des traverses en bois. Une station de croisement a été ménagée au milieu de la longueur de la ligne.

Les travaux de construction ont été très pénibles et coûteux ; les difficultés furent aggravées, non seulement par le froid rigoureux, mais encore par l'attitude hostile des

Digitized by Google

petits propriétaires, des guides, des conducteurs de mules de la localité. La nature friable des terrains réclamait l'érection de longs murs de soutènement ; il fallut endiguer des torrents et les franchir sur des ponts.

Le matériel roulant comporte trois locomotives électriques, deux voitures à voyageurs et deux wagons découverts pour marchandises. La locomotive à deux essieux pèse 7,200 tonnes, a 4 m de longueur totale sur 2 m de largeur et 3 m de hauteur ; le diamètre des roues est de 0,75 m. Chacune porte deux moteurs, établis dans le plan vertical passant par l'axe des essieux et aussi maintenus par des ressorts à boudin au centre du châssis de la locomotive. Le mouvement est transmis aux essieux par un train d'engrenage droit, à simple réduction, donnant un rapport de vitesse de 5 à 1. Les moteurs sont tétrapolaires, à armature à tambour placée en série avec les bobines inductrices, celles-ci étant mises en arc parallèle.

Une paire de balais en charbon, placés radialement, est en contact permanent avec le collecteur ; quelles que soient les conditions de charge et de vitesse, de marche en

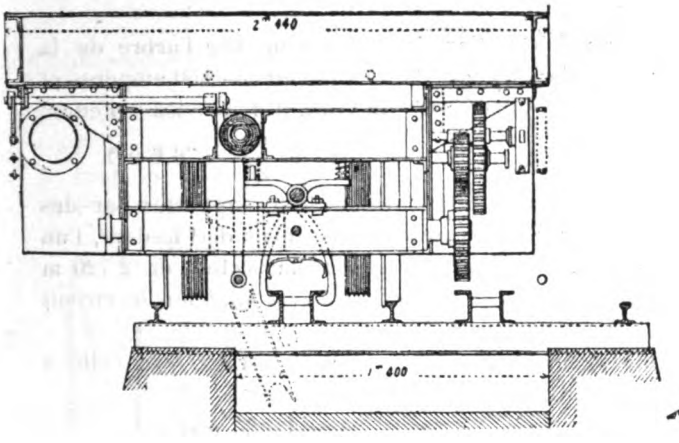


Fig. 7.

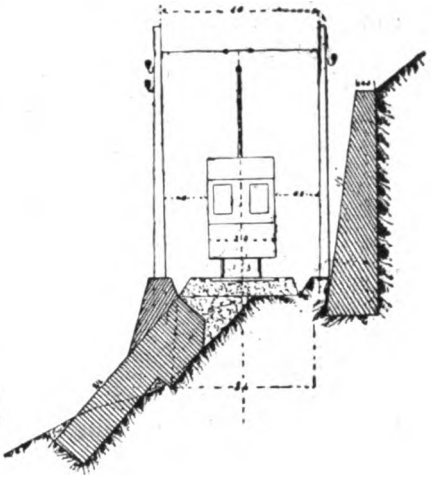


Fig. 8.

avant ou en arrière, ils restent dans cette position. De la plate-forme se manœuvrent le frein mécanique et le rhéostat, qui se prêtent un mutuel secours dans les cas difficiles.

Le courant est transmis de la station centrale par un fil aérien sur lequel il est capté par un trolley monté sur la toiture de la locomotive (fig. 8).

Les moteurs accomplissent normalement de 450 à 500 révolutions par minute, correspondant à une vitesse de translation de 11 km à l'heure. Ils développent environ une puissance de 30 chevaux chacun — 36 ampères sous 600 volts — ce qui, pour les deux moteurs, et à la vitesse de 2,25 m par seconde, donne un effort de traction maximum de $\frac{60 \times 75}{2{,}25} = 2\,000$ kg. C'est le quart du poids de la locomotive. Chaque moteur pèse 1 000 kg, y compris les engrenages, soit, eu égard à la puissance, 45 kg par kilowatt.

Le poids d'une voiture à vide est de 4,5 tonnes ; occupée par quarante voyageurs, le contrôleur, les bagages, elle pèse 8 tonnes. Comme un train est ordinairement composé d'une locomotive et d'une voiture, la charge totale est de 15 tonnes, sur lesquelles il y a 11,5 tonnes de poids mort et 3,5 tonnes de poids productif, c'est-à-dire respectivement 77 et 23 0/0.

La puissance effective à développer par les moteurs sur une rampe moyenne de

Digitized by Google

4 0/0 et en courbe de 50 m de rayon, à la vitesse de 3 m par seconde, en supposant un coefficient de traction de 12 kg par tonne est de $\frac{15 \times (40 + 42) \times 3}{75} = 31$ chevaux ou 23 kilowatts. Comme deux trains parcourent simultanément la ligne, l'un montant et absorbant 23 kilowatts, l'autre descendant sans consommer de courant, excepté à l'endroit de la station de croisement, et admettant que l'énergie au démarrage soit 100 0/0 ou le double de l'énergie moyenne de marche, l'énergie totale dépensée à pleine charge sera de $23 + 46 + 0 = 69$ kilowatts.

A la suite d'accident, les voitures, primitivement à deux essieux, sont maintenant pourvues de deux boggies à quatre roues.

L'usine centrale de force motrice est située à 1 600 m environ du terminus de Grutsch, à 300 m en-dessous du niveau de la ligne, sur la chute du torrent de Staubach. Une turbine à haute pression, système Escher, Wyss et Cie, attaque directement une dynamo, elle reçoit l'eau du torrent par l'intermédiaire d'un réservoir où l'eau s'accumule, le débit minimum est de 80 litres par seconde sous une chute de 215 m. La puissance maxima est de 150 chevaux effectifs; le service ordinaire en réclame seulement 120.

Une dynamo compound à quatre pôles, actionnée directement par l'arbre de la turbine, fait 750 tours par minute; sa puissance est de 90 kilowatts — 150 ampères et 600 volts. Tout à l'heure, nous calculions une dépense de 69 kilowatts pour les moteurs; le rendement, par rapport à la production de la dynamo, est donc de $\frac{69}{90} = 76{,}6$ 0/0.

De l'usine centrale partent six conducteurs de 50 mm de section, supportés par des poteaux, pour arriver à la ligne. Trois de ces conducteurs constituent des feeders, l'un pour une section de 1 600 m vers Grutsch, les deux autres pour la section de 2 720 m vers Murren; les trois autres conducteurs se relient aux rails pour compléter le circuit de retour.

Les frais de construction et d'aménagement de ces deux lignes ferrées, tant celle à traction funiculaire que celle à traction électrique, se répartissent comme suit :

Travaux, ligne et stations	1 266 000 fr
Câble et poulies; 1,3 km	10 000
Turbine, installation de 120 chevaux	22 000
Installation électrique, 120 chevaux	12 000
Transmission et téléphone, 5 km	90 000
2 voitures pour la ligne à câble	30 000
3 locomotives électriques	45 000
2 voitures à voyageurs	16 000
2 trucks	4 000
Fournitures diverses et outils	5 000
	1 500 000 fr

Le kilomètre revient à 291 000 fr.

L'exploitation de cette ligne cesse pendant les mois d'hiver; le personnel est licencié, sauf le surveillant de l'usine centrale. Le nombre de trains par jour est de 22 dans les deux directions, soit 130 trains-kilomètre; la moyenne des recettes brutes est de 830 fr par kilomètre et par semaine, ou 6,70 fr par train-kilomètre. Les frais de traction, y compris les salaires, atteignent 0,25 fr par train-kilomètre; les dépenses totales d'exploitation s'élèvent à 3,40 fr par train-kilomètre, c'est-à-dire à 50 0/0 de la recette brute. Le résultat de la première saison d'exploitation a fourni 14 0/0 de dividende au capital.

Em. Dieudonné.

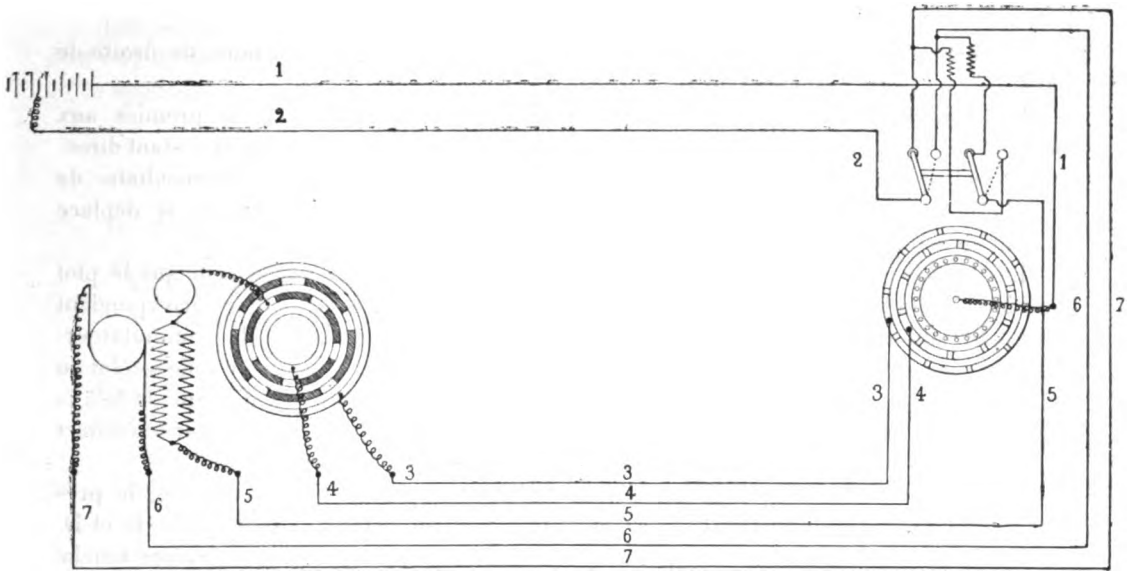
Digitized by Google

LES APPAREILS DE CONTROLE DES BATTERIES D'ACCUMULATEURS
EMPLOYÉS A L'USINE MUNICIPALE DES HALLES

L'usine des Halles a reçu dernièrement une installation d'accumulateurs disposés en deux batteries d'une capacité totale de 2 400 ampères.

Ces batteries ayant été placées dans les sous-sol longeant la rue Vauvilliers, il a fallu, pour éviter des frais de personnel, commander du tableau, placé dans l'usine et éloigné d'une cinquantaine de mètres, les appareils de réduction installés dans le local occupé par les accumulateurs.

Les réducteurs sont au nombre de quatre, deux par batterie, dont l'un pour la charge et l'autre pour la décharge. Chacun de ces instruments se compose d'un commutateur circulaire à vingt plots actifs séparés par vingt autres plots isolés, le contact mobile comprenant deux balais reliés par une résistance et deux pare-étincelles. Les balais sont portés à l'extrémité d'un bras faisant corps avec une roue de fonte commandée par une vis sans fin pouvant se manœuvrer soit à la main, soit par l'intermédiaire d'un moteur.



Transmission asservie des appareils de commande des réducteurs de l'usine des Halles centrales.

La commande de ces moteurs et les appareils qui y sont destinés feront l'objet de notre étude d'aujourd'hui.

Le schéma ci-joint représente l'ensemble des connexions de la commande à distance :

Le transmetteur est représenté à droite et le récepteur à gauche ; sept fils isolés réunissent les deux postes.

Le fil n° 1 relie le premier accumulateur de la batterie à l'axe du commutateur de commande placé au poste transmetteur.

Le fil n° 2 fixé, d'une part, à un élément de la batterie assez distant du premier, pour avoir une force électromotrice suffisante, vient aboutir, d'autre part, à l'axe de gauche de l'inverseur bipolaire du transmetteur.

La source de courant empruntée aux accumulateurs est donc transportée par l'intermédiaire des fils 1 et 2 du local où se trouve la batterie au tableau. L'axe du commutateur et la lame de gauche de l'inverseur forment ainsi au transmetteur les deux pôles du générateur auquel est emprunté le courant pour la manœuvre des appareils.

Digitized by Google

Le commutateur-transmetteur porte 20 touches, correspondant aux vingt plots du réducteur ; ces vingt touches sont disposées par dix sur deux cercles concentriques isolés l'un de l'autre, les touches de l'un correspondant aux créneaux de l'autre. Les fils 3 et 4 partent respectivement des cercles concentriques pour aboutir à deux autres contacts circulaires du récepteur. Un contact mobile, entraîné par l'axe du commutateur, mais qui en est isolé électriquement, peut venir relier un troisième cercle continu avec l'un ou l'autre des deux cercles à 10 touches selon la position du contact.

Le courant est amené à ce cercle central en partant de l'axe après avoir traversé une bobine dont l'armature mobile sert d'arrêt au commutateur en s'enfonçant dans un des vingt trous portés par le cercle central quand la bobine devient active. Au récepteur, le commutateur comprend quatre cercles, dont deux communiquent ensemble électriquement. Ceux-ci sont reliés à l'entrée des inducteurs du moteur, après avoir traversé une bobine dont l'armature est clavetée sur l'axe du premier mobile du train qui fait mouvoir l'arbre à vis sans fin, commandant simultanément le mouvement du réducteur et celui du commutateur-récepteur; cette bobine et son armature jouent le rôle d'embrayage magnétique.

Les deux autres cercles sont, comme nous l'avons dit, en communication avec les deux cercles à touches du transmetteur.

La sortie des inducteurs est directement réunie par le fil n° 5 à la lame de droite de l'inverseur au poste transmetteur.

Les deux balais du moteur sont réunis, enfin, par les fils 6 et 7, le premier aux touches *a* et *d*, le second aux touches *b* et *c* de l'inverseur ; les touches *a* et *c* étant directement reliées aux fils, les touches *b* et *d*, au contraire, l'étant par l'intermédiaire de deux bobines dont l'armature mobile, munie d'un disque rouge indicateur, se déplace dans un sens ou dans l'autre sous l'effet du courant.

Les choses étant ainsi disposées, supposons la manette du transmetteur sur le plot supérieur, lequel fait partie du cercle extérieur ; à ce moment, le réducteur correspondant doit avoir son contact établi sur le premier plot; le contact mobile du commutateur-récepteur doit être en même temps sur l'une des touches du cercle intérieur relié à celui du transmetteur par le fil 3. Le courant, partant de l'axe du transmetteur, passant de là à la bobine à armature servant d'arrêt, puis au cercle extérieur du transmetteur par le contact mobile, arrive au cercle extérieur du récepteur et là se trouve interrompu.

Si maintenant on tourne la manette dans le sens des aiguilles d'une montre, le premier mouvement entraîne celui de l'inverseur et le contact s'établit sur les plots B et D.

Dès que le contact mobile du transmetteur est venu se placer sur la première touche du cercle intérieur, le circuit se trouve complet à travers les inducteurs et l'induit du moteur et celui-ci se met en marche ; en même temps l'électro-aimant placé sur la manette du transmetteur a attiré son armature, et celle-ci entrant dans l'un des trous du cercle continu immobilise le commutateur aussi longtemps que le courant passe. En même temps, l'indicateur fonctionne.

Le moteur en tournant entraîne le mouvement de l'arbre à vis sans fin par l'intermédiaire de l'embrayage magnétique, le réducteur tourne vers la droite d'un vingtième de tour, pendant que le commutateur-récepteur tourne d'un dixième de tour ; lorsque ce dixième de tour est accompli, le contact mobile abandonne le plot du cercle intérieur pour tomber sur celui du cercle extérieur et, le courant se trouvant interrompu, le mouvement s'arrête; à ce moment l'indicateur revient au zéro et le transmetteur redevient libre.

Il est à remarquer que le frein magnétique cessant d'être actif aussitôt la cessation du courant, le débrayage se produit dès que la rupture a lieu, tandis que le moteur continue à tourner quelque temps par suite de son inertie.

Pour produire un second mouvement dans le même sens, il suffira de faire tourner le commutateur-transmetteur redevenu libre en le poussant sur la touche suivante.

Digitized by Google

Les indications de l'indicateur magnétique à disque rouge permettent de connaître le moment où le commutateur redevient libre ; tant que le courant passe, en effet, dans un sens ou l'autre suivant la position de l'inverseur, le disque rouge se montre dans une des deux fenêtres de l'indicateur.

Lorsqu'on change le sens de la rotation du transmetteur, le premier mouvement inverse d'abord les communications de l'induit et de l'indicateur, de sorte que, en revenant sur la touche précédente, le moteur tournera en sens inverse de son premier mouvement, le sens du courant inducteur restant toujours invariable.

La manette du transmetteur et l'inverseur sont reliés par un bras calé à friction sur l'axe du commutateur de telle façon que l'inverseur prend automatiquement une position ou une autre suivant le sens de la rotation du transmetteur.

La seule précaution à prendre dans la manœuvre est de ne pas sauter deux touches à la fois sans quoi la cadence entre les deux mouvements se trouverait rompue.

Il est beaucoup de cas où de semblables dispositions sont applicables ; c'est pourquoi nous croyons avoir intéressé nos lecteurs en leur donnant une idée à peu près complète du principe de cette transmission asservie.

Les détails de construction abondent naturellement, mais il serait oiseux de les étudier ici ; ils varieront d'ailleurs forcément dans chaque cas particulier d'après les conditions spéciales à remplir.

M. Leroy.

LES MOYENS DE DIMINUER LES ÉTINCELLES AUX BALAIS DES MACHINES DYNAMOS A COURANTS CONTINUS

(*suite et fin*[1])

Dans l'article précédent nous avons parlé de l'influence de la forme de la carcasse, de la saturation et des divers systèmes d'enroulement sur les étincelles aux balais ; en dehors de ces conditions générales, on a proposé et appliqué toutes sortes de moyens particuliers pour diminuer et supprimer les étincelles ; nous allons décrire quelques-uns d'entre eux.

On sait que dans toutes les bonnes machines à courants continus il y a pour chaque courant une position de balais qui ne donne pas d'étincelles. Dès que le balai est déplacé de cette position en avant ou en arrière, les étincelles apparaissent parce qu'il y a un changement brusque de courant dans la section mise en court-circuit par les balais lorsque ceux-ci quittent sa lame du collecteur.

Pour qu'il n'y ait pas d'étincelles, il faut que le champ dans lequel se meut la section mise en court-circuit soit tel qu'il suffise à renverser le courant dans cette section pendant qu'elle est en court-circuit, de sorte que, lorsque le balai quitte sa lame du collecteur et que le court-circuit se trouve rompu, il n'y ait pas de changement brusque de courant. Plus le courant de la machine est fort, plus le champ doit être fort pour produire la commutation sans étincelles. On voit donc, comme l'a remarqué M. Swinburne, que, n'y eût-il pas de réaction de l'induit du tout, il faudrait avancer quand même les balais dans le sens du mouvement de l'induit pour n'avoir pas d'étincelles lorsque le courant augmente.

La réaction de l'induit ne fait que rendre le phénomène beaucoup plus intense parce qu'elle tend à affaiblir ou même renverser le champ dans lequel se trouve la section qui passe sous les balais.

[1] Voir *Électricien*, n° 135, page 65, et n° 137, page 101.

Digitized by Google

On peut diviser les moyens employés pour diminuer les étincelles en deux : les moyens magnétiques et les moyens électriques.

Les premiers agissent sur le champ magnétique dans lequel se meut la section sous les balais ; les seconds agissent directement sur l'étincelle.

Moyens magnétiques. — On remarquera déjà de suite qu'une machine enroulée en série a une position de balais beaucoup plus stable, parce que le champ magnétique augmente dans ces machines avec le courant, et l'on peut trouver une position fixe des balais sans étincelles pour de très grandes variations de courant. En général, cependant, la saturation du circuit magnétique qui fait que l'augmentation du champ n'est pas toujours proportionnelle au courant et la réaction de l'induit, surtout pour les grosses machines, rendent nécessaires le décalage des balais lorsque la machine arrive près de sa charge maximum.

La réaction de l'induit étant nuisible, toute une série de procédés ont été proposés pour diminuer autant que possible cette réaction.

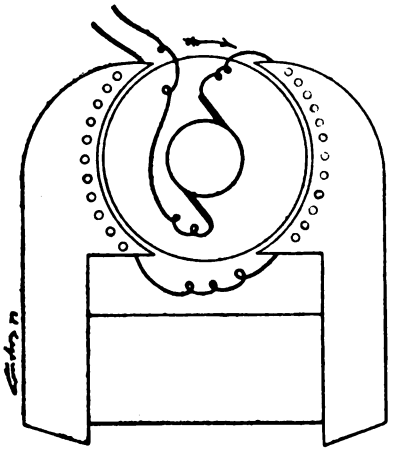


Fig. 6.

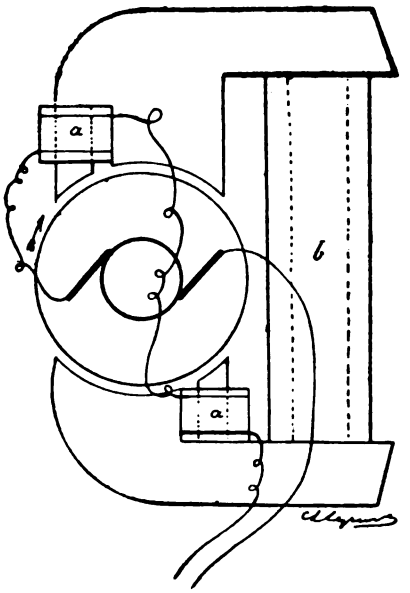


Fig. 7.

Le premier en date est l'enroulement des machines en compound, que le professeur Ryan a perfectionné en faisant passer les conducteurs portant le courant principal I dans des trous de la surface polaire qui regarde l'induit (voir fig. 6), de manière à former le long des surfaces polaires de l'inducteur une nappe de courant parallèle à celle de l'induit et la neutralisant.

Un autre proposé, qui a beaucoup d'analogie avec le précédent, consiste à munir la corne de devant de chaque pièce polaire d'un appendice *aa* autour duquel on fait passer le courant total de la machine tandis que le grand électro *b* n'est excité qu'en dérivation (fig. 7).

On a proposé encore un grand nombre de modifications de ce procédé en prenant, par exemple, des électro-aimants spéciaux entièrement séparés de l'inducteur principal pour renforcer le champ de la bobine mise en court-circuit par les balais.

M. Swinburne a proposé de constituer l'induit en deux parties (fig. 8), une première partie, la plus importante, avec ses champs magnétiques N et S, destinée à la production

Digitized by Google

de l'énergie électrique, et la deuxième dont les champs N' et S' sont uniquement destinés à supprimer les étincelles.

Dans cette disposition, chaque spire de l'induit passe dans les deux parties I et II de l'induit avant d'arriver au collecteur.

Toutes ces dispositions marchent assez bien, et dans beaucoup de cas peuvent rendre de réels services, malheureusement ils compliquent la machine et, en général, la rendent plus coûteuse.

Pour bien comprendre tout l'intérêt qui s'attache à ces essais, il faut se rendre compte que, si l'on trouvait un moyen de supprimer radicalement les étincelles aux balais, non seulement un des plus grands inconvénients de ces machines disparaîtrait, mais leur construction elle-même serait probablement profondément modifiée ; on pourrait, en effet, se servir de la nappe de courant sur l'induit pour produire le flux magnétique nécessaire à la machine ; tout enroulement des inducteurs pourrait être supprimé.

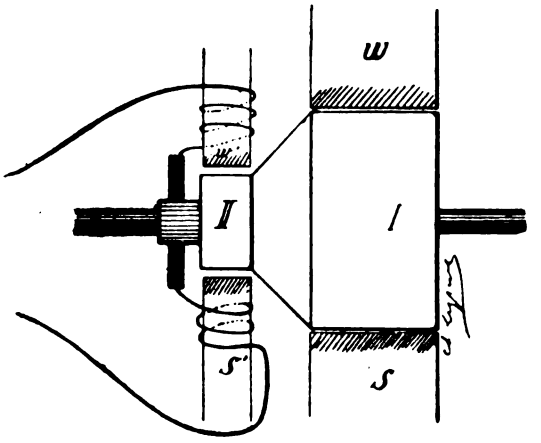


Fig. 8.

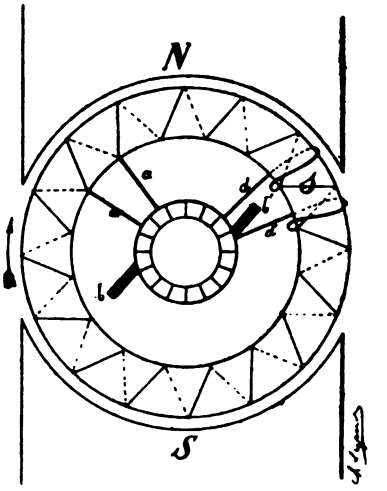


Fig. 9.

De plus, il n'y aurait plus de flux perdu : en effet, le flux étant engendré par l'induit même, traverserait entièrement les spires de cet induit, ce qui permettrait de diminuer la section des inducteurs, dont le rôle, comme l'on voit, serait réduit de beaucoup.

C'est ce qu'a essayé de réaliser tout dernièrement M. Sayers, à Glasgow, par un remarquable enroulement que nous allons décrire (fig. 9).

Considérons un anneau genre Gramme.

Si les balais sont calés en arrière comme le montre la figure, le courant qui circule dans l'induit tendra, comme on le sait, à renforcer le champ, au lieu de le diminuer comme dans les machines ordinaires, où on est obligé de caler les balais en avant.

Une telle machine s'exciterait sans enroulement sur les inducteurs si la résistance magnétique de son circuit est suffisamment petite.

Ce qui empêche de le faire dans les machines ordinaires, ce sont les étincelles. Pour les supprimer, voici le procédé qu'emploie M. Sayers : au lieu de ramener directement au collecteur la jonction des sections contiguës de l'induit par les conducteurs *aa* (fig. 9), comme cela se fait d'ordinaire, M. Sayers fait faire à ces conducteurs de jonction un ou plusieurs tours sur l'induit *dd'* (fig. 9).

De sorte que, quand une bobine est mise en court-circuit par les balais, elle se trouve actionnée par trois forces électromotrices :

Digitized by Google

1° Celle qui est engendrée dans la spire s et que nous désignerons par e ;

2° Celle e' qui est engendrée dans le conducteur de jonction d ;

3° Celle e'' qui est engendrée dans l'autre conducteur de jonction d'.

La somme des forces électromotrices agissant sur la section est donc $e'' + e' - e$.

En proportionnant convenablement la machine (entrer dans les détails nous emmènerait trop loin), on peut s'arranger de manière à ce que cette somme de forces électromotrices soit telle qu'il n'y ait pas d'étincelles aux balais.

M. Sayers a réalisé déjà plusieurs machines de ce genre sans aucun enroulement sur les inducteurs, et qui fonctionnent régulièrement déjà depuis plusieurs mois. On remarquera que dans cet enroulement on est bien obligé d'augmenter la quantité de fil sur l'induit, puisque chaque conducteur de jonction avec le collecteur est enroulé autour de l'induit, mais cette disposition n'augmente pas sensiblement la résistance de l'induit, puisque les conducteurs de jonction ne sont parcourus par le courant de la machine que lorsque leurs lames de collecteur passent sous les balais.

Lorsqu'on veut faire une machine compound avec ce système, on dispose un enrou-

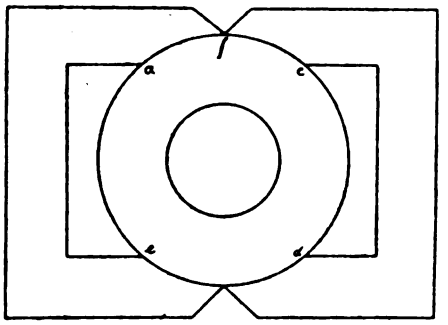


Fig. 10.

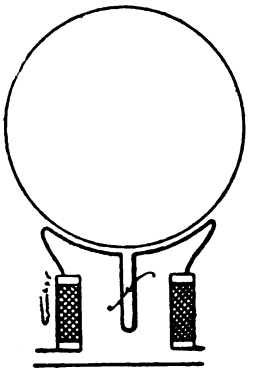


Fig. 11.

lement en dérivation sur les inducteurs, et le compoundage se fait par l'enroulement de l'induit même.

Dans toutes les machines, la réaction de l'induit se manifeste de deux façons différentes :

1° Les ampères-tour qui se trouvent dans l'espace libre entre les pièces polaires entre c et d, a et e (fig. 10), travaillent directement à augmenter ou diminuer le champ ;

2° Les ampères-tour sous les pièces polaires entre a et c, e et d (fig. 10), qui tendent à tordre le champ.

Nous avons vu comment M. Sayers a su se servir des premiers pour augmenter son champ magnétique, tandis que, dans les machines ordinaires, où l'on est obligé d'avancer les balais, les ampères-tour s'opposent à la création du champ et l'affaiblissent.

Pour diminuer la torsion du champ provoquée par la nappe de courant qui est sous les pièces polaires, on a proposé différents moyens :

La Compagnie Thomson-Houston divise par une fente f la masse de ces inducteurs pour diminuer l'aimantation transversale créée par l'induit (fig. 11).

D'autres, entre autres l'auteur, ont proposé de diviser les pôles des types Manchester par une fente f (fig. 10), séparant les champs entièrement en deux parties. M. Sayers a adopté cette disposition pour ses machines.

Le professeur S.-P. Thomson a proposé de construire des inducteurs en lames isolées magnétiquement entre elles (fig. 12).

Digitized by Google

On remarquera encore ici qu'un inducteur en fonte saturée magnétiquement joue exactement le même rôle ; l'aimantation transversale ne peut pas s'y développer.

Moyens électriques. — J'appelle moyens électriques ceux qui, sans rien modifier à la machine, agissent sur l'étincelle même.

On peut citer comme un des premiers exemples le souffleur de E. Thomson.

Comme on le sait, le collecteur de sa machine à arc est composé de trois segments isolés entre eux par une couche assez épaisse d'air, les violentes étincelles qui se produisent dans ce collecteur sont soufflées tout simplement par un violent courant d'air (on sait qu'on éteint facilement un arc en soufflant dessus).

Ce mode n'est pas parfait et ne peut être appliqué qu'à des courants de faible intensité.

La disposition suivante a été essayée avec un plein succès par l'auteur (voir fig. 13).

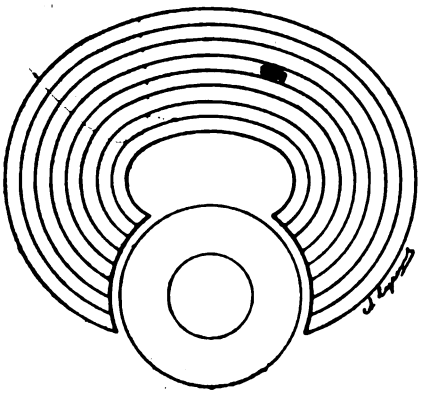


Fig. 12.

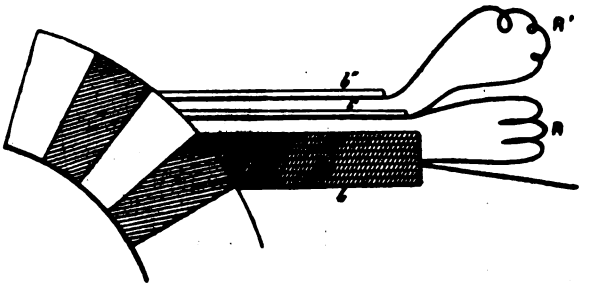


Fig. 13.

Le collecteur d'une machine ordinaire à courant continu était construit de manière à avoir des isolants très épais, figurés par les parties hachurées sur la figure, et le balai composé de trois parties :

1° Le balais normal *b* ;

2° Deux petits balais auxiliaires *b'* et *b''*, ne communiquant avec le balai principal que par l'intermédiaire de deux résistances R et R'.

On se rend facilement compte que, lorsque le balai principal *b* quitte une lame du collecteur, l'étincelle ne se produit pas parce que le courant peut encore passer par le balai *b'*, tout en se trouvant affaibli par la résistance R qu'il doit traverser. De même, quand le balai *b'* quitte la lame du collecteur, il tend bien à se produire une étincelle bien que plus faible que lorsque le balai principal quitte la lame du collecteur, mais elle est encore supprimée parce que le courant peut encore passer par le balai *b''*; la résistance R' peut être assez forte pour diminuer suffisamment le courant afin qu'il n'y ait pas d'étincelles lorsque le dernier balai *b''* quitte la lame du collecteur.

On peut évidemment disposer un nombre quelconque de ces balais auxiliaires, mais trois suffisent en général.

Dans le balai en charbon, nous trouvons, du reste, l'application rudimentaire de ce procédé.

La diminution des étincelles que l'on constate par l'emploi des balais en charbon provient, en grande partie, de leur grande résistance, qui fait que la rupture du court-circuit entre deux lames du collecteur ne se fait pas brusquement, mais progressivement.

W.-Cam. Rechniewski.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Extraction de l'antimoine de ses minerais par les procédés électriques

L'extraction de l'antimoine de ses minerais s'effectue ordinairement par les méthodes de la voie sèche. Depuis une vingtaine d'années cependant, grâce aux progrès accomplis en électricité, de nouvelles méthodes d'extraction, basées sur l'électrolyse, ont été mises à l'essai et il est probable que les anciens procédés métallurgiques finiront par être complètement abandonnés, parce qu'ils donnent un rendement peu élevé, ce qui est un sérieux inconvénient, l'antimoine étant un métal dont le minérai n'est pas très abondant.

M. C.-A. Hering a tout dernièrement étudié les divers procédés d'extraction par voie humide qui ont été imaginés, et de son travail il résulte que les huit procédés que nous allons indiquer sommairement sont seuls susceptibles d'une application pratique.

1° *Procédé R.-F. Smith.* — Le minerai réduit en poudre fine est mis en dissolution dans l'acide chlorhydrique et le métal, précipité par le zinc ou le fer, est ensuite fondu. L'application de cette méthode présente un grave inconvénient, qui est le dégagement de gaz toxiques (*Brevet anglais n°* 205, *du* 26 *janvier* 1871).

2° *Procédé Hering.* — Le minerai pulvérisé est mis en dissolution dans l'acide chlorhydrique et le métal est précipité, soit à l'état d'oxychlorure d'antimoine (poudre d'algaroth) en ajoutant une grande quantité d'eau à la dissolution acide, soit à l'état métallique à l'aide du zinc, du fer, etc., et du courant électrique, soit enfin à l'état de sulfure par l'hydrogène sulfuré. Ce procédé présente le même inconvénient que le précédent (*Dinglér's Polytechnisches Journal*, 1878, *pages* 230 *et* 253).

3° *Procédé Hargreaves-Robinson.* — Ce procédé est à peu près identique à ceux de Smith et de Hering (*Brevet anglais n°* 1584, *de* 1881).

4° *Procédé F.-M. Lyte.* — Le minerai est grillé avec du sel marin à une température suffisante pour qu'il se forme du chlorure d'antimoine qui se volatilise. Le chlorure d'antimoine ainsi formé vient se condenser dans une solution de sel marin. Le métal est ensuite précipité de sa solution à l'aide de fer ou de zinc. Cette méthode est naturellement indiquée pour le traitement du plomb, de l'argent et du cuivre contenant de l'antimoine. Le seul inconvénient que présente cette méthode d'extraction est le dégagement de chlore gazeux qui oblige à employer un appareil compliqué et, par suite, assez coûteux (*Brevet allemand n°* 22131, *de* 1883).

5° *Procédé Simpson-Parnell.* — Le minerai pulvérisé est traité par des dissolutions de sulfures alcalins ou alcalino-terreux. Le sulfure d'antimoine obtenu est alors précipité par l'acide chlorhydrique. Cette méthode d'extraction ne s'applique qu'à des minerais riches ; de plus, le dégagement de gaz toxiques est un grave inconvénient (*Brevet allemand n°* 30, *de* 1884 et aussi le *Brevet anglais* accordé à Warwick, n° 8415, du 15 mai 1891 qui indique le moyen d'obtenir le métal par électrolyse).

6° *Procédé Borcher.* — Le minerai est traité par une solution de sulfure de sodium et la dissolution ainsi obtenue est électrolysée; l'antimoine métallique se dépose à la cathode. On ajoute à la dissolution 3 0/0 de sel marin afin d'augmenter sa conductibilité et de précipiter le peu de sulfure de fer qui peut se former. Il faut employer un courant de 40 à 50 ampères par mètre carré d'électrode sous une différence de potentiel de 2 volts à 2,5 volts. Le métal obtenu est à l'état plus ou moins compact suivant l'intensité du courant employé; il est nécessaire de le fondre pour le livrer au commerce (*Chemiker Zeitung*, 1887, *page* 1021).

7° *Procédé Sanderson.* — Ce procédé a été imaginé spécialement pour traiter l'antimoine brut de Lixo (Oporto) qui contient de l'or. On fait passer le courant dans une dissolution de chlorure d'antimoine et de sel marin dans laquelle on suspend comme électrodes des plaques de métal brut. L'or tombe au fond du bac et l'antimoine est transporté d'une électrode sur l'autre. Le seul défaut de ce procédé, c'est qu'il est trop coûteux pour devenir pratique (*Brevet allemand n°* 54219, *de* 1890).

8° *Procédé Kopp.* — Le minerai est dissous dans une solution de chlorure ferrique contenant un peu de sel marin et d'acide chlorhydrique. Le liquide filtré est électrolysé; l'antimoine se dépose sur l'électrode négative et le chlorure ferreux qui se trouve dans la solution se transforme en chlorure ferrique à l'électrode positive. On fait usage de plaques de plomb comme électrodes et le liquide, maintenu tou-

Digitized by Google

jours en circulation, est chauffé à 50 degrés. Le dépôt d'antimoine le plus compact a été obtenu avec un courant de 50 ampères par mètre carré de cathode. La méthode Kopp est actuellement la plus avantageuse et a le grand avantage de ne pas donner lieu à des dégagements de gaz toxiques (*Brevet allemand du 28 juin 1892*).

Un brevet a été également accordé à MM. Siemens et Halske pour l'extraction de l'antimoine de ses minerais à l'aide de l'électrolyse, mais la note de M. Hering ne fait que le mentionner.

Il est curieux de remarquer dans les huit procédés cités l'emploi de l'électricité s'est fait jour graduellement et que le procédé Kopp, que M. Hering reconnaît comme le meilleur, est une méthode entièrement électrolytique.

A. M.

Le nouvel éclairage électrique de la statue de Bartholdi

On sait que la magnifique statue de la *Liberté éclairant le monde*, érigée à l'entrée du port de New-York, était munie d'un puissant feu électrique installé dans la torche et constituant un véritable phare.

Le journal *la Nature* nous apprend que depuis la fin de l'année 1892 cette installation a été supprimée et remplacée par celle dont le projet est dû à M. David Porter Heap, ingénieur des phares.

Avant l'adoption de ce projet, la torche contenait 9 lampes à arc, d'une puissance lumineuse de 2 000 bougies chacune, et c'est à peine si on les voyait à travers la série de trous circulaires percés dans les parois de la chambre qui forme le revêtement de la flamme de la torche. Aujourd'hui les 9 lampes sont remplacées par une seule lampe de 5 000 bougies, mais la lumière trouve toutes facilités pour briller à l'extérieur. En effet, la paroi métallique en feuilles de cuivre a été complètement enlevée vis-à-vis de la lampe et sur une hauteur de 46 cm. Deux cadres circulaires, écartés de 46 cm, ont été boulonnés à la carcasse intérieure; on a ensuite établi entre eux des châssis formant entretoises et c'est alors qu'on a enlevé les feuilles de cuivre. Cela fait, on a mis des glaces dans les châssis et l'on a ainsi constitué une lanterne de phare avec des parois plus ou moins inclinées à cause de la forme irrégulière de la torche.

A l'intérieur de cette lanterne, une série de miroirs en aluminium ont été placés à l'angle voulu pour réfléchir une grande partie de la lumière horizontalement; comme ils sont ondulés, ils étalent cette lumière de façon à la faire paraître aussi large que la torche de la statue. En outre, il s'en échappe une partie par les anciens trous et enfin le haut de la torche est percé d'une ouverture garnie d'une verrière formée de glaces blanches, rouges et jaunes; d'autres réflecteurs y renvoient une portion de la lumière qui perce les nuages en y prenant l'apparence d'une flamme.

Quant au diadème de la statue, il est entouré extérieurement par 50 lampes à incandescence de 50 bougies chacune, de couleur rouge, blanche et bleue. Ces lampes, vu leurs petites dimensions, ne se voient guère que du port : on dirait une couronne de rubis, de diamants et de saphirs.

On a complété cet éclairage en installant, dans un des saillants du fort Wood, un projecteur électrique spécial éclairant la statue du haut en bas.

A. M.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Caoutchouc artificiel. — Le *Cosmos* nous apprend qu'une usine fonctionne avec succès depuis quelques mois à Savannah (Géorgie) pour la transformation en caoutchouc de l'huile provenant des graines du cotonnier.

L'inventeur du procédé est un artiste de valeur qui, paraît-il, essayait de faire un vernis à tableaux avec cette huile, lorsque, à sa grande surprise, il obtint un produit tout à fait semblable au caoutchouc.

Il soumit quelques échantillons à des connaisseurs, qui déclarèrent avoir sous les yeux du caoutchouc véritable et ne voulurent pas croire que le produit était obtenu artificiellement; mais un grand fabricant de caoutchouc de Boston reconnut aussitôt la valeur de la découverte, s'associa avec l'inventeur, et mit à sa disposition plus de 150 000 fr. pour établir une usine à Savannah.

Personne n'est admis dans les ateliers, sauf quelques ouvriers ignorants; l'inventeur garde le plus grand secret sur son procédé, si simple, dit-il, qu'il n'est pas brevetable. Il paraît que, pour produire le caoutchouc artificiel, il faut

Digitized by Google

15 0/0 de caoutchouc naturel ; le produit obtenu dans ces conditions ne peut être distingué du caoutchouc du Brésil ou de la Guyane. — M.

Le turbo-moteur Parsons. — Nous avons publié, il y a un an environ, les résultats d'expériences obtenus par M. Ewing sur un turbo-moteur Parsons à vapeur surchauffée ; ces résultats ont été encore améliorés depuis, comme il résulte d'une nouvelle étude faite par le professeur Kennedy sur un type perfectionné. Non seulement la consommation de vapeur par cheval a été réduite mais, ce qui n'est pas moins important, la puissance pour une machine d'une dimension donnée a augmenté de près de moitié. Les résultats nouveaux que nous mettons en parallèle avec ceux de l'année dernière sont comparables à ce qu'on obtient de mieux avec des machines à condensation commandant directement les dynamos.

	PUISSANCE en kilowatts	CONSOMMATION D'EAU par cheval-électrique-heure	CONSOMMATION D'EAU par kilowatt-heure
1892. Ewing ; Vapeur à 7,45 kg, surchauffée de 32°C.....	102	9,6 kg.	12,9 kg.
1893. Kennedy: Pression 7 kg à la chaudière surchauffe 30°C....	123	9,2	12,4

JURISPRUDENCE

M. Zipernowski, Déri et Blathy contre la Compagnie internationale d'Electricité de Tours. — La Cour d'Orléans a rendu son jugement dans le procès en contrefaçon pendant entre MM. Zipernowski, Déri et Blathy, d'une part, et la Compagnie internationale d'Electricité de Tours, d'autre part.

Le Tribunal civil de Tours avait, le 10 août 1887, déclaré que les transformateurs du système Gaulard et Gibbs n'étaient pas une contrefaçon des transformateurs Zipernowski. La Cour d'Orléans a jugé dans le sens opposé pour les motifs suivants :

I. En ce qui touche la contrefaçon des appareils décrits au brevet d'invention pris en France, le 20 mars 1885, par Zipernowski et Déri : *Montage des transformateurs électriques* ;

Attendu que ce brevet a été obtenu pour le réglage automatique et instantané du circuit local, de telle sorte que l'extinction d'une ou plusieurs lampes placées dans le circuit demeure sans influence sur celles qui restent allumées ;

Que, pour obtenir ce résultat, les inventeurs ont imaginé de placer les transformateurs en dérivation sur le circuit principal, de maintenir la tension constante aux bornes primaires du transformateur et de disposer le transformateur de façon que la tension du courant primaire se transforme en quantité suffisante dans le courant secondaire ;

Que, par cette disposition, l'extinction d'une ou plusieurs lampes dans le circuit secondaire développe aussitôt dans le circuit primaire une force contre-électromotrice en quelque sorte à l'entrée du courant :

Qu'il est établi par les documents de la cause que c'est bien cette invention qui a été appliquée dans son usine et dans ses installations par la Société d'éclairage électrique de Tours ;

Attendu que les premiers juges ont décidé que la disposition en dérivation des transformateurs électriques n'avait pas été inventée par Zipernowski et Déri ; que leur brevet ne protégeait pas une idée nouvelle et que l'invention était tombée dans le domaine public ; que dès 1874 l'électricien anglais Fuller avait conçu l'idée de distribuer l'électricité par transformateurs en dérivation ; qu'il avait pris à cet effet un brevet en forme le 21 décembre 1878 ;

Que les intimés soutiennent en outre que le système des appelants n'a pas procuré un résultat industriel nouveau ;

Attendu qu'il résulte au contraire du rapport des experts Fribourg, Jousselin et de Parville, qu'on ne peut opposer à Zipernowski et Déri des antériorités ; qu'il ne s'en rencontre aucune dans les inventions de Fuller, de Gulcher, d'Hopkinson, de Marcel Deprez, de Rankin-Kennedy, d'Edison, de Gaulard et Gibbs ;

Que les experts, après avoir scientifiquement examiné chacune des prétendues antériorités invoquées par les intimés, concluent en disant : « L'examen de ces antériorités nous montre qu'à la date du brevet Zipernowski et Déri aucun inventeur n'avait, dans un but industriel, réalisé la combinaison des trois moyens qui font l'objet de ce brevet ; »

Que les mêmes experts déclarent qu'il y a lieu de distinguer dans le brevet trois cas se rapportant à trois postes de transformateurs montés en dérivation sur une ligne primaire ; que, pour que le réglage soit automatique, il est nécessaire que la combinaison soit réalisée ; que c'est ce que fait le troisième cas ; que cette combinaison des trois moyens, dans les conditions de la figure du brevet Zipernowski et Déri, constitue une invention nouvelle et brevetable à la date de leur brevet, 20 mars 1885, parce qu'elle permet d'obtenir le réglage automatique d'une distribution par transformateurs alternatifs dans des conditions où, avant cette combinaison, ce réglage n'était pas possible ;

Que les experts ajoutent que c'est le mode de montage tel que l'indique la figure 5, troisième cas, du brevet Zipernowski et Déri, que la Compagnie défenderesse a appliqué dans l'installation d'éclairage électrique de la ville de Tours, ainsi qu'ils l'ont reconnu dans leur constat sur place ; qu'ils ont été unanimes sur tous ces points ;

Attendu qu'une invention est nouvelle lorsqu'on applique, pour la première fois, des éléments connus de façon à procurer un résultat qui n'avait pas été obtenu jusque-là ; que les appelants sont donc bien fondés dans leur demande concernant le brevet du 20 mars 1885 ;

(*à suivre.*)

L'Editeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 142 16 Septembre 1893

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

COMPTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE SYSTÈME ROUTIN

Le compteur que nous allons décrire nous paraît réunir toutes les qualités d'un type *industriel* d'appareil de mesure.

Il a été imaginé par M. Routin, ancien élève de l'Ecole polytechnique, et construit sous ses auspices.

Il rentre dans la catégorie des appareils dits à intégration discontinue.

Il enregistre, après chaque intervalle de temps θ, — généralement 2, 3, 4 ou même 5 minutes, — la valeur momentanée de l'énergie EI.

Si l'on considère les graphiques des circuits d'utilisation, on reconnaît très facilement que cette solution du problème est, théoriquement, tout aussi exacte que celle qu'on peut essayer d'obtenir par l'intégration continue.

Pratiquement, les compteurs à intégration discontinue présentent sur les compteurs à intégration continue les avantages suivants :

Diminution considérable de l'énergie dépensée pour le fonctionnement de l'appareil;

Réglage plus facile et plus sûr.

Ils sont de complexion plus robuste et peu sujets à l'usure.

M. Routin a d'abord considéré l'appareil de mesure en lui-même, sous le point de vue de la méthode ; ensuite il a envisagé, sous tous leurs aspects, les conditions de fonctionnement d'un appareil livré à l'industrie, abandonné à lui-même dans un service public et il reconnaît comme absolument essentielles certaines qualités que doit présenter un appareil pratique et qui se résument succinctement comme suit :

Exactitude rigoureuse des indications, solidité et construction rationnelle des organes qui le composent;

Simplicité de mécanisme et de fonctionnement, élément qui influe, dans une mesure si importante, sur le prix de revient de fabrication.

Tout aimant permanent doit être exclu de sa composition ; il est aisé de deviner les motifs de cet ostracisme.

Pas de ressorts exposés à s'aimanter ou à se dérégler.

Pas de contacts non frottants. Que d'inconvénients créent les contacts non frottants, quand bien même ils seraient établis entre pièces de platine !

Réglage à l'usine et non chez l'abonné.

Exclusion des résistances de frottements naturellement variables avec la température et le degré d'usure des pièces. Ces résistances de frottements constituent un vice rédhibitoire des compteurs-moteurs.

Réduction à une valeur très faible de la quantité d'énergie dissipée dans le fonctionnement de l'appareil.

Enfin, un bon compteur doit être à l'abri des tentatives de corrections qu'exercerait sur lui un client indélicat.

L'appareil Routin comporte trois organes distincts :

1° Un oscillateur électrique effectuant la mesure de la durée θ des intervalles de temps égaux ;

2° Un wattmètre donnant la valeur du produit EI ;

3° Un système intégrant faisant la sommation $\Sigma(EI\theta)$.

Digitized by Google

Oscillateur

Chez les anciens, le temps était mesuré par une horloge à eau, la clepsydre, appareil d'une simplicité toute primitive, robuste, ne se déréglant pas. C'est cet organe qu'a choisi l'inventeur pour mesurer directement, sans aucune minuterie ni déclenchement, l'intervalle ϑ. Le remontage est opéré électriquement et automatiquement.

L'automaticité, en pareil cas, est une nécessité, car il ne faut nullement songer à un remontage périodique par un service d'employés.

L'oscillateur comprend un fléau (fig. 1) formé d'un tube de fer mobile autour du point o, dont les extrémités supportent deux godets gg_1. Deux vis isolées vv_1 traversent les couvercles des godets contenant, ainsi que le tube, une certaine quantité de mercure.

Le fléau est maintenu incliné soit à droite, soit à gauche, au moyen de deux ressorts rr_1 qui saisissent alternativement deux chevilles ff_1.

Dans l'hypothèse du fléau penché vers la droite, le niveau du mercure s'élève dans le godet de droite g_1. Arrivé au contact de la vis v_1, le mercure ferme le circuit dérivé correspondant à l'électro-aimant s. Un levier qui serait commandé par ce dernier électro — ce levier n'est pas figuré dans le diagramme — pourra écarter de sa position d'arrêt le ressort r_1. L'armature de fer fixée au fléau sera attirée par l'électro-aimant s et fera pencher le fléau vers la gauche; le ressort r accrochera la cheville f. Le levier de la clepsydre gardera cette dernière position jusqu'à ce que le mercure, s'écoulant du godet g_1 vers le godet g, soit accumulé dans celui-ci en quantité suffisante pour donner lieu à une nouvelle oscillation en sens inverse de la première.

Toutefois, le phénomène ainsi décrit ne se produira qu'à la condition que le circuit

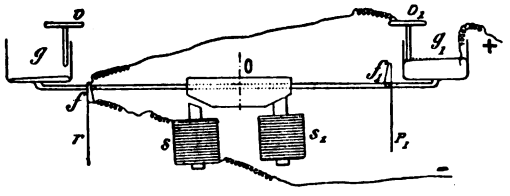


Fig. 1.

Fig. 2.

établi par le contact entre le mercure et la vis v_1 ne soit ouvert que lorsque le ressort r a saisi la cheville f. C'est pour atteindre ce but que la vis v_1 a été placée très près de la paroi du godet la plus voisine du centre o d'oscillation. Quand le fléau incline à gauche, le plan du mercure est indiqué par la ligne horizontale pointillée sur la figure, et brusquement la pointe de la vis est immergée dans le liquide.

Pour empêcher la production d'étincelles de rupture à la surface du mercure, le circuit est automatiquement coupé à l'aide d'interrupteurs frottants en platine, dès que l'oscillation est achevée et avant que le contact ne soit rompu entre la vis et le mercure. La disposition particulière des crochets des ressorts d'arrêt permet de réaliser ces interrupteurs. Ces crochets sont composés (fig. 2) d'une plaque d'ébonite o recouverte partiellement d'une feuille de platine p. Celle-ci, reliée à l'électro, est constamment en contact avec la cheville c reliée, elle, à la vis, tant que cette dernière n'est pas à la position d'arrêt.

Le circuit se trouve ainsi maintenu fermé pendant toute la durée du mouvement et soudainement ouvert au moment où le fléau atteint sa position de repos.

Le réglage de l'intervalle ϑ s'opère en déplaçant les vis v et v_1.

Digitized by Google

Wattmètre

Le wattmètre consiste en une bobine fixe B placée vers le haut de l'appareil (fig. 5) en fil de gros diamètre dans lequel circule le courant principal, à l'intérieur de laquelle se trouve une autre bobine *b* mobile, autour d'un axe *a*, enroulée en fil fin et traversée par un courant dérivé pris aux bornes du circuit principal. Des fils souples amènent le courant à cette seconde bobine. Un petit contrepoids *c* exerce une action inverse de celle du couple électrique et oriente la bobine de fil fin perpendiculairement à la première lorsque l'intensité du courant est nulle.

Système intégrant

Les figures 3 et 4 sont respectivement une vue en élévation et une section transversale vue en plan du système intégrant.

Il se compose d'un pignon *p* engrenant avec un râteau fixé à l'oscillateur. Le pignon porte un doigt *m* qui, dans son mouvement de rotation, rencontre un levier *n* à l'extrémité duquel se trouve un contrepoids *x*. Ce levier est mobile autour d'un axe P fixé à la roue *g* et il est muni d'un sabot *s* qui, dans le mouvement de rotation autour de P, s'applique sur

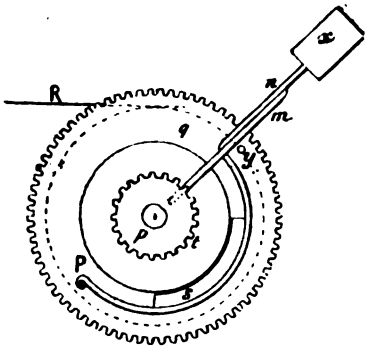


Fig. 3.

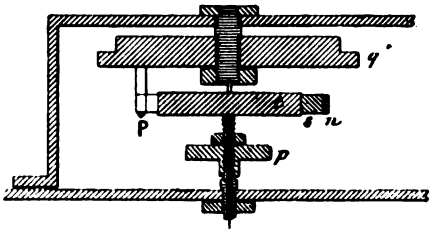


Fig. 4.

la roue *t*. Celle-ci communique avec la première roue du totalisateur. A la roue *q* est fixée la cheville *y*. Cette roue se compose de deux parties accolées, l'une dentée, l'autre lisse; sur la partie lisse frotte un ressort R qui entrave son mouvement. La partie dentée engrène avec une crémaillère *c* dont la partie supérieure, coudée deux fois, vient buter contre un excentrique monté sur l'axe du wattmètre.

Cet excentrique est tracé soit empiriquement, soit par détermination mathématique, de façon à permettre à la crémaillère un mouvement de descente dont l'amplitude est proportionnelle au produit EI.

En pratique, lorsque la crémaillère est arrivée au haut de sa course, le levier *n* vient buter contre une pièce fixe et le doigt *m* entraîne le levier *n* en appuyant sur un ressort fixé à ce dernier.

En ce qui concerne la détermination mathématique de la courbe de l'excentrique, soit $90° + \alpha$ l'angle que font les deux bobines, le couple électrique est proportionnel à EI cos α, le couple résistant est proportionnel à sin α, d'où l'équation:

$$KEI \cos \alpha = K' \sin \alpha$$

ou :

$$EI = H \text{ tang. } \alpha \left(H = \frac{K'}{K}\right)$$

Digitized by Google

L'équation de la courbe de l'excentrique en coordonnées polaires sera donc :

$$\rho = R - M \text{ tang. } \alpha$$

(M étant une constante, et R le rayon maximum de l'excentrique). Pour régler l'indication du totalisateur, il faut déplacer le contrepoids x sur la tige filetée qui le porte.

Les organes étant ainsi décrits, le fonctionnement de l'appareil, dont la vue d'ensemble est représentée par la figure 5, sera facilement compris.

Pendant l'intervalle de temps θ, le pignon p tourne d'un angle constant et revient à sa position primitive. Lorsque, entraîné par le râteau, le pignon p tourne dans le sens des

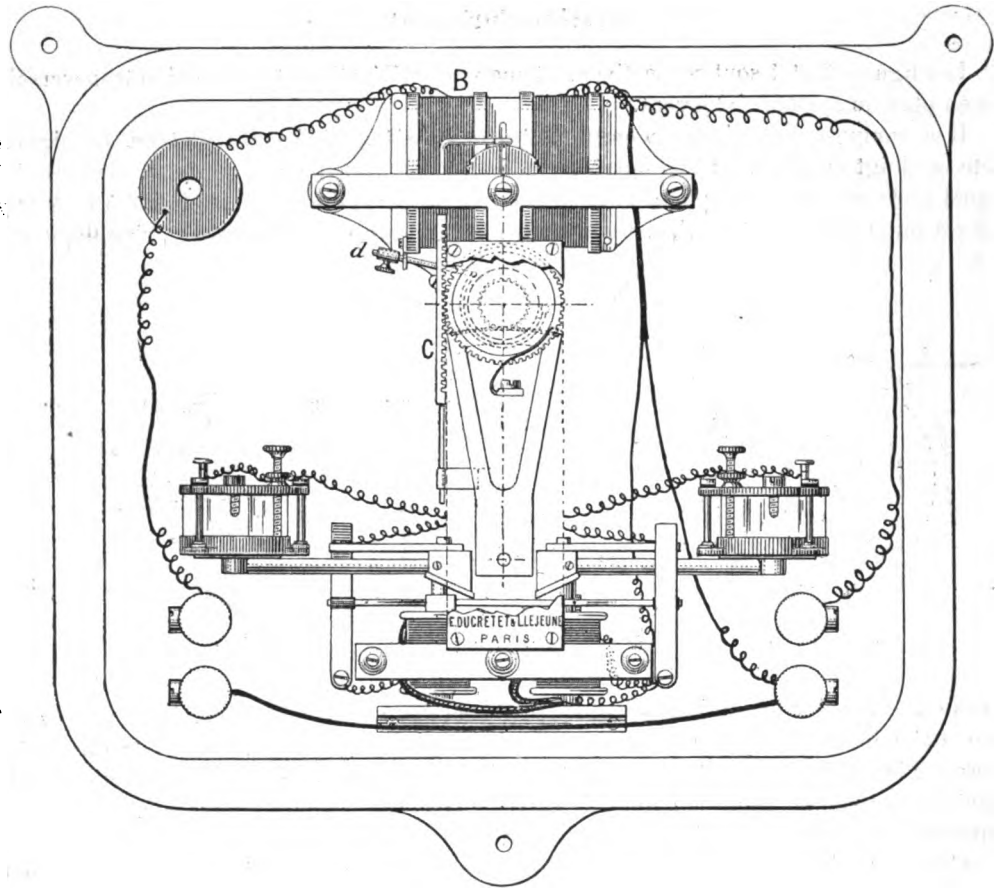


Fig. 5.

aiguilles d'une montre, le doigt m quitte le levier n : celui-ci, sous l'action du contrepoids x, tend à suivre le mouvement du doigt. Sous l'influence de la pression exercée par le ressort R, le levier n tourne d'abord autour de P et le sabot s abandonne la roue t. Mais, dans ce mouvement, le levier rencontre la cheville y et entraîne la roue q, tandis que la roue t reste immobile. La crémaillère C arrête le mouvement de la roue q lorsque celle-ci a décrit un angle proportionnel à EI.

Quand le doigt m, tournant en sens inverse des aiguilles d'une montre, vient rencontrer le levier n, celui-ci se déplace d'abord autour de P et serre le sabot s contre la roue t. Aussitôt les deux roues q et t participent au même mouvement de rotation et tournent d'un angle égal.

Digitized by Google

La roue q revenant à sa position primitive, l'angle décrit sera proportionnel à EI et le totalisateur enregistrera Σ (EIθ).

Dès que la crémaillère est retombée à sa position extrême, elle soulève un levier d et rend toute liberté au wattmètre; elle fixe son indication momentanée en laissant retomber le levier dès le début de son mouvement de descente.

Le système réunit tous les avantages énoncés au commencement de cet article, il est affranchi des défauts graves dont sont affligés la plupart des compteurs actuels et notamment ceux qui ont été primés au concours de la ville de Paris, sous les auspices éclairés d'un comité d'archontes au jugement superbe et impeccable. Le wattmètre étant complètement libre pendant un temps égal à $\frac{\theta}{2}$, il peut prendre l'inclinaison correspondant exactement à la consommation d'énergie. Le wattmètre étant freiné au moment où la crémaillère vient buter contre l'excentrique, celle-ci descend d'une quantité rigoureusement proportionnelle à EI. L'encliquetage étant à *perte de temps constante*, l'indication fournie par le cadran du totalisateur se trouve aussi rigoureusement exacte.

La dépense d'énergie exigée par le fonctionnement de l'appareil est d'ailleurs excessivement faible, car, si nous supposons $\theta = 2$ minutes, le courant ne passera dans les électro-aimants de l'oscillateur que pendant un temps égal au 1/240 du temps de fonctionnement : l'intensité étant à peu près 1/2 ampère, il faudra 480 heures pour consommer un hectowatt, soit une dépense de 0,10 fr. A une moyenne de 5 heures par soirée, l'énergie dépensée pour le fonctionnement coûtera 0,40 fr par an.

Un dispositif à l'essai est destiné à réduire, dans la même proportion, l'énergie absorbée par la dérivation du wattmètre.

Pour l'application aux courants alternatifs, il suffit de diviser la masse du noyau des électro-aimants.

L'appareil est simple, robuste, le réglage facile et d'installation commode. Il se recommande à l'attention des Compagnies d'éclairage électrique.

Em. Dieudonné.

TIR DU CANON, LA NUIT, PAR L'ÉLECTRICITÉ

M. Loewenthall, dans l'*Electrical Engineer*, développe une méthode de pointage pendant la nuit, basée sur l'emploi simultané d'un projecteur électrique et de l'appareil à pont de Wheatstone du lieutenant Fiske déjà décrit bien des fois dans diverses revues scientifiques et dont les lecteurs de l'*Electricien* ont déjà entendu parler souvent. Il est évident que cette méthode dans laquelle le projecteur est relié à l'une des branches du pont, et le canon à l'autre, n'est applicable qu'au tir à terre et ne serait d'aucun usage sur un navire en marche ou animé de mouvements de roulis et de tangage.

Nous avons nous-même proposé, il y a quelques années, un emploi différent des projecteurs électriques pour permettre un tir assez précis la nuit avec des armes à tir rapide. Les projecteurs peuvent aujourd'hui se commander à distance de n'importe quel point du pont du bâtiment; ceux des hunes, en particulier, qui autrefois ne pouvaient recevoir d'ordres que par des tubes acoustiques, se trouvent maintenant directement sous la main de l'officier chargé du tir.

Malheureusement, dans une attaque de nuit par un torpilleur par exemple, l'esprit et le corps fatigués par une longue veille, recevant de plusieurs côtés à la fois des indications inexactes, l'homme chargé de la manœuvre du projecteur à distance et le pointeur du canon sont pendant un moment dans une incertitude qui peut devenir fatale.

Digitized by Google

On a signalé un torpilleur par tribord devant, mais l'évaluation des angles, comptée à partir de l'avant (à l'œil, c'est le cas de le dire), n'est qu'une approximation très grossière. Le projecteur est cependant porté vers tribord devant à deux, trois ou quatre quarts (le quart vaut 2°,23 environ) selon les indications données à haute voix par le veilleur qui a aperçu ou cru apercevoir l'ennemi. Le faisceau lumineux promène sur la surface de la mer une tache brillante dans laquelle on ne voit souvent rien paraître, l'alerte étant causée par l'écume d'une vague, sur laquelle est venu tomber un rayon de lune glissant entre deux nuages, ou simplement par l'imagination de l'homme de veille qui s'écarquille les yeux et croit, dans la surexcitation du moment, toujours voir la coque mince de l'ennemi.

Cependant l'alerte est réelle : une légère colonne de fumée, l'éclat d'un feu mal dissimulé ont signalé l'ennemi ; le faisceau du projecteur l'a même éclairé un moment, a pu distinguer ses formes ; il avance à toute vitesse, ne se cachant plus, sachant qu'il est démasqué. La lutte, commencée dans l'ombre, se poursuit loyale et le torpilleur, plongeant dans la lame qui forme autour de lui une tache blanche et semi-lumineuse, se lance de toute sa puissance vers le but qu'il est près d'atteindre.

Un coup de roulis, un mouvement de barre ont changé la direction du faisceau et le petit navire est rentré dans l'ombre, avant qu'un seul coup bien ajusté puisse être tiré.

Une volée de projectiles, envoyés en toute hâte dans une direction qu'on croit être la bonne, n'a eu d'autre résultat que d'augmenter la surexcitation des pointeurs et le désarroi du navire attaqué. Le torpilleur avance toujours. Le projecteur a de nouveau repris le contact, de nouveaux coups partent, mais le mouvement continuel du but du projecteur et du canon fait que le tir est, en somme, peu sûr, le pointage ne pouvant se faire que d'une façon très approchée.

Frappé de ces inconvénients et du danger que présente un semblable état de choses, nous avons proposé une solution qui a au moins le mérite de l'originalité à défaut d'autres ; la question que nous traitons, bien que basée sur une application de la lumière électrique à bord des navires n'est, à proprement parler, pas une question électrique, mais nos lecteurs nous pardonneront de mêler un peu de roman maritime et d'imagination à notre étude.

Le gros inconvénient, comme nous l'avons dit plus haut, du pointage des canons sur un but éclairé par un projecteur indépendant, c'est la non-simultanéité des moments pendant lesquels le faisceau lumineux et la ligne de vue se trouvent dirigés sur le but ; de plus le pointeur, ne voyant pas bien où portent ses coups, se trouve dans l'impossibilité presque absolue de régler son tir.

Supposons que les projecteurs, placés dans les hunes du navire, soient directement accouplés à un canon à tir rapide placé à côté d'eux : la commande électrique, qui du pont dirige le faisceau lumineux en direction et en hauteur, entraîne du même coup le mouvement du canon. Un interrupteur spécial, placé sous la main de l'homme chargé de la manœuvre du projecteur, permet actuellement d'allumer ou d'éteindre la lampe à arc placée dans le projecteur. Un second interrupteur fixé à côté du premier permettrait la mise en marche d'un petit moteur commandant la manivelle de la mitrailleuse ou du canon revolver (ceci a déjà été fait et a été reconnu pratique) ; un homme placé dans la hune à côté de l'ensemble formé par le projecteur et le canon remplirait le chargeur à mesure que les cartouches descendent.

Au moment où le faisceau lumineux aura rencontré la coque ennemie, l'interrupteur étant fermé sur le pont par l'homme chargé de la manœuvre, le canon revolver commencera à envoyer une succession de projectiles sans discontinuer, ceux-ci tombant en un point éclairé de la surface de la mer. On aura là l'effet du jet de pompe à incendie que, sans aucune notion de la distance du but, il suffira de diriger, avec la trace lumineuse dans laquelle il reste sans cesse, sur le but à battre.

Digitized by Google

D'une part, on aura l'avantage de ne pas perdre le temps très court pendant lequel on aperçoit l'ennemi, de suivre toujours l'endroit où portent les coups et de rectifier parfaitement son tir. Enfin l'homme qui dirige le tir se trouvant situé à distance de la pièce et manœuvrant simplement des commutateurs de direction et de hauteur, aucune cause de surexcitation ne peut nuire à la précision de ses mouvements.

En dehors de ces avantages, nous pourrions revendiquer encore celui de la diminution du personnel employé à repousser l'attaque, et par suite la fatigue moins grande des équipages qui seront ainsi à même de résister plus longtemps à cette vie de perpétuels dangers.

Avant de terminer cette question, il est encore un point fort intéressant sur lequel nous appelons l'attention des constructeurs de projecteurs : les lampes à arc employées, formant des foyers puissants (65 et même 90 ampères), les charbons ont une section considérable et restent incandescents bien longtemps après l'extinction de l'arc. Nous avons maintes fois pu suivre un navire dont le projecteur venait de s'éteindre pendant au moins deux minutes; il résulte de cette circonstance que le projecteur qui a servi à chercher un ennemi devient un danger à partir du moment où il cesse de briller; il n'éclaire plus assez pour dénoncer la présence d'un torpilleur, mais reste assez lumineux pour servir de point de repère et diriger la marche de celui-ci.

Chaque projecteur devrait être muni d'écrans opaques s'ouvrant ou se fermant à volonté. Nous savons que MM. Sautter-Harlé et C^ie^ ont construit pour la marine russe des appareils munis de portes semblables, manœuvrées par des moteurs; mais le but cherché n'était pas le même: on cherchait seulement à produire sur l'ennemi une succession d'éclats destinés à l'aveugler et à le tromper sur sa route. Ce que nous désirons, au contraire, c'est un écran manœuvré automatiquement, si possible, par l'électro d'allumage de la lampe et faisant obturation complète des rayons lumineux persistant par incandescence après la cessation de l'arc.

Nous ne nous dissimulons pas qu'il y a là de grosses difficultés à vaincre, mais le but à obtenir vaut la peine qu'on s'en occupe.

Nous voilà bien loin des méthodes de M. Fiske et comme, de digression en digression, nous pourrions revenir à notre point de départ, nous nous arrêtons en laissant aux partisans des torpilleurs et des cuirassés le loisir de discuter à nouveau cet inépuisable sujet.

M. Leroy.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Fusion électrique des métaux par le procédé E. Taussig

Ce procédé métallurgique, imaginé par M. Taussig et expérimenté en Allemagne, consiste à opérer la fusion des métaux et minerais à l'aide du courant électrique et à raréfier l'atmosphère du milieu dans lequel s'effectue la coulée du métal afin d'obtenir un lingot ou une pièce sans soufflure.

Voici quelques renseignements sur ce procédé métallurgique que nous empruntons à un article de M. P. Chevillard, récemment publié par la *Revue Industrielle*.

On sait que le refroidissement plus ou moins prompt des métaux, après leur fusion, exerce une influence considérable sur la structure physique des pièces de fonte et principalement sur leur densité et leur compacité. Cela vient non seulement du groupement différent des molécules, mais aussi du développement, au début du refroidissement, de gaz qui occasionnent des soufflures et des poches. Pour éviter ces inconvénients, M. Taussig soumet le métal, dans le

Digitized by Google

moule même et aussitôt que celui-ci est rempli, à une nouvelle fusion avec enlèvement simultané, par aspiration, des gaz développés. La coulée s'effectue dans l'air raréfié, et le métal fondu est soumis à l'action d'un courant électrique assez intense pour maintenir la température du point de fusion.

Dans ce but, l'extrémité inférieure du moule porte une électrode avec laquelle le métal fondu qui sera versé dans ce moule viendra en contact. Cette électrode est disposée de manière à pouvoir être reliée facilement au conducteur positif de la source électrique, dont le pôle négatif vient aboutir à une seconde électrode, disposée à la partie supérieure du moule ; le circuit se trouve fermé dès que le métal fondu remplit le moule.

La figure 1 montre la disposition de l'appareil. Le moule *a* est placé sur un chariot *b*, qui roule sur les rails *c*, permettant de l'amener à l'intérieur d'une chambre E, hermétiquement close à l'aide d'une porte *d*. Le bec de coulée *m* doit être

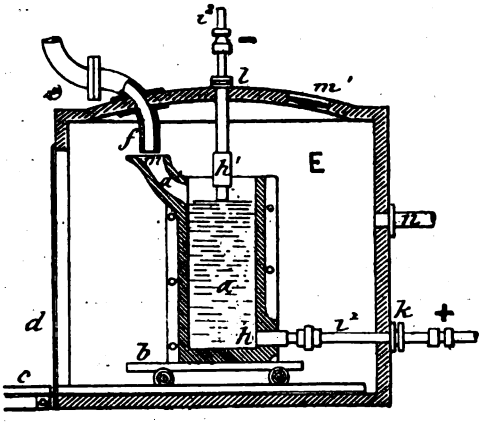


Fig. 1.

placé sous l'orifice *f* du conduit amenant le métal en fusion. Le courant électrique est amené aux électrodes *h* et *h'* par des conducteurs i^1 et i^2 qui traversent les parois de la chambre dans des presse-étoupes *k* et *l*. Un regard vitré *m*, pratiqué à la partie supérieure de la chambre, permet de suivre la marche de l'opération.

La raréfaction de l'air et l'évacuation des gaz qui se produisent après la coulée s'effectuent à l'aide d'une pompe à air reliée à la tubulure *n*.

M. Taussig a également réalisé un autre appareil dans lequel s'effectuent successivement la fusion et la coulée du métal. La figure 2 montre la disposition adoptée. Les conducteurs i^1 et i^2 amènent le courant aux électrodes *o*, *o'* du creuset P où s'effectue la fusion du métal. Des dérivations, prises sur ces conducteurs, aboutissent en *h* et *h'* au moule *a* dont la capacité est suffisante pour contenir tout le métal fondu du creuset. Lorsque tout le métal a passé du creuset dans le moule, le circuit se trouve ouvert entre les électrodes *o* et *o'* du creuset, tandis qu'il se

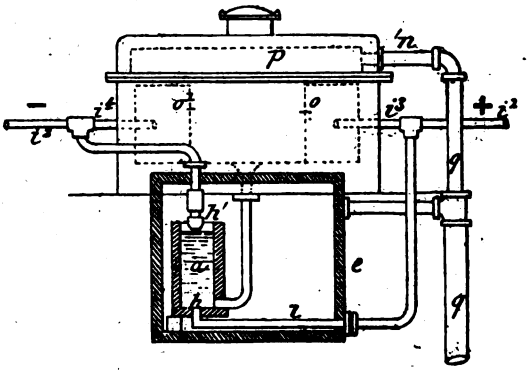


Fig. 2.

ferme entre les électrodes *h* et *h'* du moule. On raréfie l'air dans l'enceinte de l'appareil à l'aide d'une pompe à vide mise en communication avec les tubulures *n'* et *n* au moyen d'une conduite *q*.

Avec son appareil, M. Taussig a pu fondre non seulement des métaux assez fusibles comme le zinc, mais encore de l'acier Martin Siemens sans que les autres parties du circuit s'échauffent d'une manière excessive.

Les essais mécaniques effectués au laboratoire de Charlottenbourg sur des pièces en fonte de fer obtenues par ce procédé ont montré que la résistance à la traction et à la flexion étaient remarquables.

D'après M. Taussig, son procédé pourrait être appliqué en grand, des intensités de courant de 20 000 à 30 000 ampères n'ayant rien d'exagéré. Avec une différence de potentiel de 50 volts, un courant de 30 000 ampères équivaudrait à une puissance d'environ 2 000 chevaux, permettant au bain de fusion de s'étendre sur une longueur de 12 m avec une section minimum de 150 cm². Avec une installation de ce genre, on pourrait fondre en 15 minutes 1 400 kg de métal.

Appliqué à la fabrication du fer, comme la fusion s'opère sans houille ni coke, on obtient un métal très pur dont la teneur en carbone est bien inférieure à celle des fers actuels.

A. M.

Digitized by Google

La lumière électrique à Budapesth

La Compagnie du gaz de la capitale de la Hongrie nous offre un nouvel exemple d'une méthode d'exploitation adoptée déjà par plusieurs villes importantes. Elle a annexé à ses services ordinaires une distribution d'énergie électrique en vue de substituer des lampes à incandescence électriques à ses brûleurs à gaz.

Les travaux de premier établissement ont été dévolus à la maison Schuckert et Cie de Nuremberg, sous la direction de la Compagnie du gaz.

L'installation actuelle comporte 16 000 lampes de 16 bougies, avec prévisions pour en augmenter, probablement tripler, le nombre. L'éclairage de certains districts sera inauguré en décembre prochain. Le projet est intéressant à considérer, non seulement à cause de son importance propre, mais principalement pour ce fait qu'il réunira en une seule combinaison l'emploi des courants continus et d'un système de courants alternatifs diphasés.

Comme l'usine sera située à une distance de 3 200 m des confins de la ville, des alternateurs à haute tension ont été choisis comme générateurs primaires, pour ne pas employer des conducteurs de trop forte section. L'alimentation des circuits des lampes sera assurée par des dynamos à courant continu et des accumulateurs.

Deux machines à vapeur à triple expansion d'une puissance de 500 chevaux chacune seront installées à la station centrale. Elles seront couplées directement avec deux dynamos à courants diphasés de 1 800 volts et 100 ampères, disposées en parallèle, dont les inducteurs seront excités par deux dynamos plus petites. Celles-ci fourniront également le courant pour l'éclairage de l'usine.

Des câbles sous plomb transmettent le courant de ces alternateurs, à distance, à deux moteurs à courants diphasés. Ces câbles seront au nombre de trois, mais l'un servira de réserve ; ils sont à conducteurs concentriques et armés de bandes de fer. Les deux moteurs à leur tour actionneront directement deux génératrices à courant continu mises en quantité. Les deux batteries d'accumulateurs couplées en série sont disposées en dérivation sur le circuit des machines. Elles sont composées de 148 éléments, ayant chacun une capacité de 1 500 à 2 200 ampères-heure, se déchargeant à 500 ampères environ.

Il sera fait usage du système de distribution à trois fils, un fil de compensation venant se relier au milieu de la batterie, si on regarde les deux batteries mises en tension comme n'en constituant qu'une seule. — E. D.

Distribution de force électrique et pneumatique

L'utilisation des forces hydrauliques et leur transmission à distance provoquent une fièvre intense d'activité industrielle en Suisse. Des projets multiples sont en continuelle élaboration.

A Wynau on songe à mettre à profit la chute de l'Aar pour une puissance de 2 000 chevaux qui serait distribuée à des distances diverses allant jusqu'à 20 km. Ici, on propose d'employer simultanément deux modes de distribution : l'air comprimé pour les distances ne dépassant pas 5 km, et l'électricité pour les distances plus grandes.

Le courant électrique de haute tension serait transmis par des conducteurs aériens en cuivre de 3 à 6 mm de diamètre, établis sur supports isolés d'une façon spéciale. Des transformateurs réduiraient le voltage de 8 000 à 100 ou 150 volts au lieu d'utilisation où la distribution se ferait par fils souterrains isolés.

Le projet, que nous avons sous les yeux, consiste à installer, dans le bâtiment des turbines, à Wynau, cinq compresseurs capables de fournir 2 500 m³ d'air à l'heure, à la pression de 8 atmosphères. Deux conduites principales, l'une de 250 mm, l'autre de 175 mm, conduiraient l'air comprimé aux points de consommation. Ces conduites seraient en fonte et lisses, c'est-à-dire sans brides, les joints se faisant par des anneaux en caoutchouc et des colliers extérieurs. Les branchements aboutissant aux maisons seraient en plomb.

Les tarifs seraient : le cheval électrique, pour 3 000 heures par an, coûterait de 600 fr pour un cheval et au dessous, à 175 fr pour 200 chevaux et au delà ; le cheval pneumatique coûterait à peu près le même prix. Au mètre cube, l'air comprimé se vendrait de 0,01 fr pour un mètre cube à l'heure à 0,005 fr pour 11 m³ et plus.

Enfin, l'éclairage électrique par incandescence coûterait de 0,065 fr par lampe-heure pour 1 à 9 lampes à 0,045 fr pour 200 lampes et au delà. Le placement de 1 200 chevaux est désormais assuré. E. D.

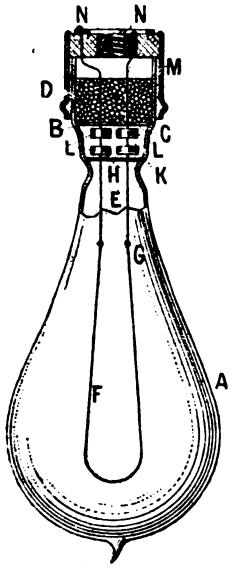
Une nouvelle lampe à incandescence américaine

La figure page 194 montre les détails de construction d'une nouvelle lampe à incandescence, fabriquée par la *Beacon Vacuum Pump and Electrical Company* de Boston.

Digitized by Google

L'ampoule de verre A de cette lampe porte en B un épaulement sur lequel se place un mince disque de mica C. Ce disque sert de support à un bouchon de ciment D, dont la composition est tenue secrète. Ce ciment, préalablement fondu, est coulé dans le col de l'ampoule; il présente cette particularité d'être non seulement impénétrable à l'air, mais encore de se souder parfaitement à la surface du verre; malgré la température à laquelle il est soumis lorsque la lampe fonctionne, il constitue un joint parfaitement étanche.

Les fils conducteurs EE, qui sont soudés au filament F au point G et G, sont en fer et traversent le disque de mica C ainsi que la couche de ciment D sans jamais être en contact avec le verre de l'ampoule.



Un second disque de mica H est placé dans le bas du col de l'ampoule et est retenu par un épaulement K; ce disque fait l'office de réflecteur et empêche la chaleur, due à l'incandescence du filament, de se propager dans le col, remplissant ainsi le rôle d'écran pour protéger le bouchon de ciment contre toute élévation de température. Dans le même but, on a disposé sur les fils conducteurs EE de petites masses métalliques LL, appelées *radiateurs*, qui ont pour objet de dissiper la chaleur des conducteurs par rayonnement. Ce dispositif très simple remplit, paraît-il, son but d'une manière très satisfaisante.

Le col de l'ampoule est muni à son extrémité d'un culot ordinaire M en vitrite, que l'on soude à l'aide de plâtre et auquel aboutit en N et N l'extrémité des conducteurs.

Ce nouveau modèle de lampe présente l'avantage, lorsqu'elle fonctionne, de préserver de tout échauffement le culot ainsi que la douille ou support qui la porte. A. M.

L'utilisation des chutes de la Loire

Voici quelques renseignements intéressants, donnés par notre confrère le *Bulletin international de l'Électricité*, sur la situation du Syndicat qui s'était formé à Saint-Étienne, vers le milieu de 1891, pour l'application des procédés récents de transport de la force par l'électricité à l'utilisation des chutes de la Loire.

Ce Syndicat réussit, au mois de décembre, à se faire donner la concession de la distribution de force motrice dans la ville de Saint-Étienne. En raison du bas prix auquel doit être distribuée la force, on ne pouvait songer à créer une usine centrale à vapeur ; la chute de Rochetaillée, voisine de la ville, était absolument insuffisante: l'application de l'idée qui avait présidé à la formation du Syndicat s'imposait donc.

Le Syndicat obtint la concession, sur le canal du Forey, d'une chute pouvant développer 900 chevaux et celle, éventuelle, d'une dérivation de la Loire, en vue des extensions futures. Pour le moment, il s'agit seulement d'utiliser la chute du canal, au Châtelet, près de Saint-Victor-sur-Loire.

La station génératrice du Châtelet est située sur le canal du Forey, à peu de distance de son origine. Le débit normal de la chute concédée est de 11 m³ par seconde, sa hauteur de 8,50 m. En supposant des moteurs hydrauliques ayant un rendement de 75 0/0, la puissance disponible est de 935 chevaux.

Il est juste de dire que le débit de 11 m³ par seconde dans la concession suppose que la Loire donne 15 m³ par seconde au canal. Or, dans les grandes sécheresses, le fleuve ne donne pas autant.

Il a donc fallu suppléer à l'insuffisance possible, en certaines circonstances, de la force hydraulique, par l'installation d'une machine à vapeur, qui n'est mise en action qu'en cas de besoin. Mais cette installation supplémentaire est bien moins onéreuse qu'on ne pourrait le supposer.

En admettant, en effet, que la consommation journalière soit invariable, et c'est là une hypothèse désavantageuse, puisque les grandes sécheresses se produisent en été, au moment où l'énergie demandée est moindre, la statistique des Ponts et Chaussées montre que 94,3 0/0 du

Digitized by Google

travail annuel seront fournis par la chute d'eau. Il n'y a donc que 5,7 0/0 de ce travail à demander à la machine à vapeur auxiliaire.

En admettant comme consommation de charbon un chiffre double de celui garanti par le constructeur, on trouve que la dépense en charbon sera de 1,50 fr par cheval pour 8 000 heures d'éclairage et de 4 fr. 50 par cheval pour 5 000 heures d'emploi de force motrice. Il est à présumer que ces chiffres sont exagérés, car, en réalité, c'est en été seulement qu'on aura recours à la machine à vapeur.

Or, dans cette saison, le maximum d'énergie demandée par le réseau ne sera jamais atteint, l'éclairage ne commençant guère avant la fermeture des ateliers. L'économie qui résulte de ce fait sur les prévisions relatées plus haut peut s'évaluer à 30 ou 35 0/0.

Le prix d'établissement des machines à vapeur ne grève pas non plus outre mesure l'entreprise : les constructeurs ont livré des machines à 200 fr le cheval mis en place ; l'amortissement correspondant, intérêt compris, n'est donc que de 20 fr. D'ailleurs, on ne peut dans aucune usine hydraulique, se passer de machines à vapeur de secours, si l'on veut être assuré d'un travail régulier.

Il est probable que la puissance de 900 chevaux dont on dispose sera bientôt insuffisante. Néanmoins, il est facile de remarquer que cette puissance pourrait satisfaire 900 chevaux de force motrice et 900 d'éclairage, s'il n'y avait pas de chevauchement des heures de travail sur celles d'éclairage ; pour ces heures, où un double effort est demandé à la station, on a pu heureusement avoir recours à l'accumulation hydraulique, à laquelle le terrain se prête bien.

On constitue ainsi, pendant les heures de faible charge, des réserves d'énergie que l'on dépense lorsque la demande augmente.

La station comprend trois groupes de 300 chevaux chacun. La dynamo à courants triphasés est actionnée à volonté par une machine à vapeur horizontale Biétrix, qui la commande directement, soit, au moyen d'engrenages, par une turbine Singrun. L'axe de la turbine est vertical, celui de la dynamo horizontal. Cette dernière fait 200 tours à la minute. Des manchons d'embrayage permettent de commander soit par la vapeur, soit hydrauliquement.

De la station du Châtelet partent deux lignes de distribution de force aboutissant à Saint-Étienne et passant, l'une, par Saint-Just et Villard, avec embranchement sur Saint-Lambert et Saint-Priest ; l'autre, par Firminy, Le Chambon, La Ricamarie, avec embranchement sur Unieux. Enfin une transversale dessert Saint-Genest et Roche-la-Morlière.

A. M.

Machines dynamos à potentiel constant et à vitesse variable

Un électricien belge, M. Hoho, a proposé, il y a quelques années, une méthode propre à maintenir le potentiel constant aux bornes d'une machine en dérivation, malgré les variations de vitesse du moteur. Cette méthode devait s'appliquer en particulier au cas des moteurs hydrauliques.

M. Schulz donne dans l'*Electrotechnische Zeistchrift* (7 juillet) les résultats de quelques essais effectués dans cette direction.

Rappelons d'abord que la méthode de M. Hoho consiste à intercaler dans le circuit d'excitation de la machine principale une petite dynamo auxiliaire, en dérivation, actionnée par le même moteur que la machine principale. Cette machine auxiliaire agissant différentiellement, on comprend qu'on puisse atténuer l'effet des variations de vitesse.

L'expérience effectuée de cette manière a montré que le magnétisme rémanent de la petite machine empêchait la force électromotrice démagnétisante de suivre les variations de la vitesse, même en se plaçant dans des conditions spécialement favorables.

Une autre disposition analogue a donné de bons résultats ; elle consiste à faire l'excitation de la machine principale par une dérivation ordinaire et par un second circuit démagnétisant, alimenté, non par une machine auxiliaire unique, mais par deux machines en opposition, dont la plus forte était compound. On élimine ainsi l'effet du magnétisme rémanent en opérant sur une différence.

Avec cette disposition on a pu obtenir une régulation du potentiel à 1 0/0 près avec des variations de 16 0/0 de la vitesse. E. M.

La distribution électrique de l'heure à Berlin

Dans une conférence faite à la Société électrotechnique de Berlin, M. Hefner-Alteneck a décrit un système de distribution électrique de l'heure qui fonctionne actuellement dans cette ville et qui emprunte son courant au réseau d'éclairage électrique.

Voici la description de ce système d'après un

Digitized by Google

article publié dans l'*Industrie* de Bruxelles :

L'invention que nous allons décrire permet aux établissements qui produisent des courants électriques, et principalement aux installations dites centrales, de procurer, non seulement de la lumière et de la force motrice, mais de desservir un réseau d'horloges marchant avec la plus parfaite exactitude.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer que, partout où s'exerce une activité collective, seule la connaissance généralement répandue de l'heure exacte peut préserver chacun isolément, ainsi que la totalité, contre des pertes de temps, c'est-à-dire contre une diminution du pouvoir productif. La nécessité de connaître l'heure commune précise se fera sentir davantage à mesure que se développera le mouvement commercial, en même temps que les chemins de fer et autres moyens d'activer ce mouvement.

Cette nécessité s'accroîtra graduellement lorsque, par des installations perfectionnées pour l'indication de l'heure, les avantages que procure une connaissance exacte du temps seront mieux reconnus et appréciés.

En effet, malgré les grands progrès réalisés dans l'industrie de l'horlogerie, cette connaissance est loin d'être aussi répandue que son utilité l'exige.

On peut considérer comme indispensable pour un ensemble animé produisant une circulation active une connaissance aussi exacte que possible du temps ou, en d'autres termes, de l'heure précise ; inversement, l'extension pratique de cette connaissance peut servir à mesurer l'intensité de ce mouvement.

Mentionnons, par exemple, les grandes villes anglaises et nord-américaines, où même l'homme peu fortuné considère, bien plus qu'ailleurs, comme une économie réelle la possession d'une montre très exactement réglée.

On doit reconnaître qu'en maints endroits on a déjà installé beaucoup d'horloges publiques soi-disant normales.

Cependant, on n'a encore guère atteint ainsi le résultat que l'on obtiendrait par l'installation d'une ou plusieurs horloges réellement normales dans les locaux où chacun commence et reprend son travail journalier. Celui qui veut entreprendre de régler les horloges de sa maison exactement d'après les horloges officielles publiques rencontre à la longue de grandes difficultés, s'il n'y consacre quotidiennement un certain temps.

Plusieurs fois déjà, on a aussi essayé et installé le réglage concordant d'horloges pour les endroits publics et pour les maisons, en créant un établissement central.

Ces essais datent presque d'aussi loin que les tout premiers et plus modestes débuts de l'application de l'électricité industrielle.

Si, malgré tout, les horloges électriques ne se sont pas encore généralisées, cela tient principalement à deux causes.

D'abord les systèmes introduits jusqu'ici exigeaient un réseau spécial et coûteux de conduites, une station centrale avec production de courant et un personnel spécial.

Cela rendait leur installation aussi bien que leur exploitation beaucoup trop dispendieuses pour rester à la portée des consommateurs, en admettant que les entrepreneurs dussent y trouver un certain bénéfice. En outre, il arrivait que, pour diminuer les frais, les conduites devaient être installées à bon compte et que le personnel de service devait être très réduit.

La sécurité d'exploitation de plusieurs établissements de ce genre avait à souffrir de cet état de choses dans une mesure telle qu'ils faisaient plus de tort que de bien et que les installations d'horloges électriques sont presque partout tombées en discrédit.

Par la nouvelle manière d'exploitation de l'horlogerie électrique dont il est question, les anciens inconvénients sont évités ; mais cette application n'est destinée qu'aux abonnés des stations centrales. Cette exploitation des horloges est pour ainsi dire un produit accessoire de cette autre fourniture bien plus importante de lumière et d'énergie électrique qui comporte un grand débit.

Pour celle-ci, les stations de production des courants et les conduites existent, et nécessairement dans les meilleures conditions d'exécution, aussi bien qu'un personnel expérimenté, dont l'aptitude profite à l'exploitation des horloges, sans que cette dernière augmente notablement leur travail.

Le courant nécessaire à l'horloge est infime en comparaison de celui utilisé pour l'éclairage électrique : l'installation est aussi simple que celle d'une lampe à incandescence. Il est toutefois admis que les points de contact doivent être en tension continue et ne pas être pendant longtemps privés de courant.

Lorsque, d'une part, l'heure exacte sera fournie dans son domicile à chaque client des stations d'éclairage électrique, grâce à ces installations, d'autre part, ces stations centrales obtiendront par ce moyen une utilisation lucrative de *leur matériel coûteux et de leur personnel.*

Digitized by Google

Il est donc à supposer que les horloges électriques actionnées par le nouveau système trouveront généralement un accueil favorable comme adjonction aux grandes usines centrales de lumière électrique.

Sur les particularités techniques des horloges et de leur exploitation, il est à remarquer ce qui suit :

Comme aspect extérieur, c'est une boîte ronde de 0,18 m de diamètre avec un cadran portant des chiffres ordinaires. Elles ont un engrenage simplifié avec balancier et remontage électrique, dont la marche ne s'écarte pas sensiblement de l'heure vraie pendant la durée d'un jour, et ce d'autant moins que la force motrice, dont la variabilité cause, par exemple dans des pendules, de petites déviations, est plus constante.

Les horloges sont mises en circuit dans les endroits voulus du réseau de conduite d'une installation de lumière à exploitation continue, tout comme une lampe à incandescence.

Par le courant électrique, chaque horloge spéciale est remontée d'une façon continue. Quand une interruption dans le courant se produit, par exemple par suite du déplacement de conduites ou par toute autre cause, les horloges commandées continuent à marcher, si la durée de l'interruption ne dépasse pas un temps assez long (environ 12 heures).

Le remontage se fait grâce à un électro-aimant à interruption automatique, mais des dispositions particulières sont prises pour qu'aucune étincelle nuisible d'interruption ne se produise.

La totalité des horloges est, en outre, réglée une fois par jour à la même heure, d'après le temps exact, de manière que des différences quotidiennes imperceptibles dans la marche ne puissent à la longue se totaliser en de grands écarts.

Ce réglage part de la station centrale par une diminution minime et momentanée de la tension dans le réseau entier de la conduite. On choisit dans ce but un moment pendant lequel peu de lumière est employé et où le réseau se trouve dans des conditions de tension très uniforme ; la diminution momentanée de courant n'agit pas d'une façon appréciable sur les quelques lampes qui brûleraient encore. D'après notre genre de vie, le moment le plus propice a paru être 5 heures du matin.

Le degré de cette diminution de tension ne doit être, pour ce qui concerne les horloges mêmes, que très faible. En réalité, on devra choisir celle-ci, pour toute sécurité, et d'après les dispositions du réseau de conduites influencé, environ de 6-10 volts, et, comme il est dit, on ne doit la laisser durer qu'un instant.

La diminution de courant est produite très facilement à la station centrale de la même manière et avec les mêmes appareils que la régularisation de la tension en général, sauf que le mécanicien produit la première en observant son horloge officielle et l'aiguille à secondes. L'heure indiquée l'est d'ailleurs de telle façon que, tout en exigeant, comme les autres, la présence du mécanicien pour l'éclairage, elle l'absorbe fort peu.

Par des dispositions mécaniques spéciales, dont la description nous mènerait trop loin, la diminution de courant peut cependant aussi s'opérer automatiquement sans l'intervention du mécanicien, par la communication avec un observatoire, par exemple.

Toute diminution de tension involontaire et inévitable se produisant à une autre heure dans le réseau n'influence pas la marche des horloges. Il faut seulement insister sur ce point que pendant les quatre minutes avant 5 heures, la tension ne descende nulle part en-dessous de la normale, ce qui pourrait causer un dérangement des horloges. Pour la mise à l'heure que nous venons de décrire, il se trouve dans chacune des horloges un dispositif avec un deuxième électro-aimant spécial.

La dépense d'énergie électrique pour la marche et le réglage des horloges est, par an, environ égale à la dépense d'une lampe à incandescence de 16 bougies en 10 heures, c'est-à-dire, d'après les prix à Berlin, quelque chose comme 35 pfennigs (44 centimes). Aucune augmentation de frais ne se produit dans les installations destinées à la lumière par le fait de l'exploitation des horloges.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

MM. Zipernowski, Déri et Blathy contre la Compagnie internationale d'Electricité de Tours (*suite et fin*)[1]. — II. En ce qui concerne le brevet du 21 avril 1885 : *Transformateur à noyau magnétique fermé sans pôles :*

Attendu que le tribunal a déclaré nul le brevet pris par Zipernowski, Déri et Blathy, en se fondant sur la patente Hopkinson du 28 octobre 1884 et sur le « disclaimer » déposé en Angleterre par les appelants le 29 octobre 1886 ;

Attendu que les experts ont constaté à l'unanimité que la combinaison du noyau magnétique fermé sans pôles constituait une invention nouvelle à la date du brevet pris par les appelants ; qu'on ne pouvait trouver d'antériorité à cette invention, ni dans l'emploi fait par Gramme, dans ses machines dynamo-électriques, d'un noyau magnétique fermé, ni dans les patentes anglaises Fuller du 21 décembre 1878, Hopkinson du 3 août 1887, Varley du 24 décembre 1856 ;

Que les experts ont encore déclaré qu'aucune antériorité ne pouvait être tirée de la patente anglaise Hopkinson du 28 octobre 1884, visée au jugement déféré à la Cour, parce que cette patente n'avait pas reçu, avant la date du brevet Zipernowski, Déri et Blathy, une publicité suffisante pour pouvoir être exécutée ; que si Hopkinson avait déposé en Angleterre, le 28 octobre 1884, une spécification provisoire, elle avait été gardée secrète, conformément à la loi anglaise, et que ce n'est que le 27 juillet 1885, postérieurement au brevet Zipernowski, Déri et Blathy, qu'Hopkinson a obtenu sa patente dont le public a pu alors prendre connaissance ;

Attendu que les intimés, dans leurs conclusions devant la Cour, n'invoquent pas le brevet Hopkinson comme une antériorité opposable, en vertu de l'article 31 de la loi du 5 juillet 1884 ; qu'ils prétendent qu'aux termes de l'article 29 de cette loi Hopkinson pouvait seul faire breveter en France l'invention pour laquelle il avait obtenu, en 1884, un brevet en Angleterre, et qu'admettre le brevet français de Zipernowski, Déri et Blathy, ce serait rétablir à leur profit les brevets d'importation et violer les dispositions dudit article 29 ;

Attendu que la loi du 5 juillet 1844 a supprimé les brevets d'importation reconnus par la loi du 7 janvier 1791 et qu'elle a laissé à l'inventeur le droit de se faire breveter en France comme à l'Étranger, droit qui lui est personnel ainsi qu'à ses ayants cause, mais qui ne fait pas obstacle à celui de l'inventeur prenant en France un brevet dans l'ignorance de la découverte faite et brevetée à l'Étranger ; qu'on ne peut le considérer comme un importateur, parce qu'il a inventé de son côté et qu'il a pris un brevet alors que la découverte faite par l'Étranger n'avait reçu aucune publicité et était restée absolument secrète ; que l'article 29 de la loi de 1844 n'enlève pas aux tiers les droits qui leur ont été conférés par les articles 30 et 31 de ladite loi ;

Qu'on ne saurait tirer argument contre les appelants du « disclaimer » qu'ils ont déposé en Angleterre le 29 octobre 1886 ; que la loi anglaise fait remonter la patente au jour de la spécification provisoire, bien qu'elle soit demeurée secrète ; que, par suite de cette fiction, le brevet d'Hopkinson se trouvait, en Angleterre et non en France, antérieur à celui de Zipernowski, Déri et Blathy, et qu'ils ont dû déposer un « disclaimer », parce que, d'après la loi anglaise, tout brevet qui contient une revendication susceptible d'être annulée doit être considéré comme nul en son entier ;

Attendu que les intimés ont signalé à la Cour un passage du traité de l'Éclairage électrique de du Moncel, duquel il résulterait que, dès 1883, cet auteur aurait décrit un transformateur à champ magnétique fermé ; qu'ils y ont vu une antériorité et ont exprimé le regret qu'elle n'ait pas été soumise aux experts par les parties ;

Attendu que celles-ci ont, d'un commun accord, par l'intermédiaire de leurs avocats, demandé l'avis des experts sur cette antériorité prétendue, et qu'elles ont produit à la Cour cet avis qui leur a été donné officieusement et à titre de document ; qu'il en résulte, ainsi que des autres documents du procès, que l'antériorité invoquée n'existe pas ; que du Moncel a décrit la spécification provisoire Fuller, déjà appréciée par les experts dans leur rapport ; que si le noyau magnétique de Fuller est bien un noyau fermé, ce n'est pas un noyau sans pôles comme celui de Zipernowski, Déri et Blathy ;

Attendu que les intimés soutiennent subsidiairement que les appareils par eux construits ne constituaient pas un champ magnétique à circuit fermé sans pôles ; et que les experts ne se seraient livrés à cet égard qu'à de simples suppositions ;

Qu'il appert au contraire de leur rapport qu'ils estiment, à la suite de leurs constatations faites à l'usine de Tours, que « les appareils Gaulard et « Gibbs de Tours sont à noyau magnétique fermé sans « pôles, tout en constatant qu'ils sont constitués par « deux colonnes droites réunies par des demi-tores « ou demi-couronnes, les bobines n'étant enroulées « qu'autour des parties droites, mais que leur dis- « position constitue bien celle du noyau magnétique « fermé et sans pôles, qui est la propriété de Ziper- « nowski, Déri et Blathy » ;

Qu'en outre le procès-verbal de constat dressé le 17 avril 1886, par l'huissier, assisté en vertu de l'ordonnance du Président du Tribunal civil de Tours, de Delage, ingénieur des Arts et Manufactures, ne laisse aucun doute sur ce point ;

Que les appelants sont donc bien fondés dans leur demande concernant leurs deux brevets...

La Cour a déclaré que la Compagnie de Tours avait contrefait les brevets des 20 mars 1885 et 21 avril 1885, pris par Zipernowski, Déri et Blathy, a condamné la Compagnie de Tours à payer des dommages et intérêts à fixer par état, et ordonné la confiscation des 18 postes de transformateurs à noyau fermé, sans pôles, établis à Tours.

[1] Voir n° 141, page 184.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

229649 **Fougerat.** — Préparation de corps pour incandescence (26 avril 1893).

229658 **Scheinberger.** — Accumulateurs (27 avril 1893).

229668 **Jass et Henny.** — Stérilisation du lait par un courant électrique alternatif (27 avril 1893).

229674 **Société anonyme des anciens établissements Cail.** — Transformateur à résistance magnétique variable (27 avril 1893).

229685 **Ranvier.** — Procédés galvanoplastiques (27 avril 1893).

229696 **Soxhlet.** — Procédé produisant l'immobilisation complète de tout liquide dans les piles et accumulateurs (28 avril 1893).

229709 **Société l'Éclairage électrique.** — Machine dynamo-électrique (28 avril 1893).

229710 **Société l'Éclairage électrique.** — Alternateurs (28 avril 1893).

229757 **Meiser.** — Conduite de courant souterraine pour chemins de fer électriques (1er mai 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

L'unification des filetages et des jauges de tréfilerie. — La *Société d'encouragement pour l'Industrie nationale* vient de publier un rapport de M. Gustave Richard sur cette question. Ce rapport, minutieusement étudié et approfondi, présente un grand intérêt.

La question de l'unification des filetages a été soulevée bien des fois par des savants autorisés, et depuis longtemps les ingénieurs, les constructeurs, frappés des inconvénients qu'entraîne la diversité de nos filetages, ont fait bien des propositions pour les unifier; tels sont, en France, les projets d'Armengaud, de Denis Poulot, etc.; en Allemagne, ceux de Reuleaux, de Delisle, etc.

L'intérêt qui s'attache à cette unification est donc considérable. Depuis de nombreuses années, l'Angleterre et les États-Unis ont adopté des systèmes uniformes de vis qui compensent en partie, pour leurs constructions, l'infériorité résultant de l'emploi des mesures non métriques. Les systèmes employés sont ceux de Whitworth et de Sellers. Les types sont établis d'après le système des mesures anglaises dont le pouce est la base. En France, le plus grand désordre règne à cet égard. La Marine, les Compagnies de chemin de fer, de navigation, toutes les grandes maisons de construction ont leur type de vis, voire même plusieurs. Aussi la Commission, composée de MM. le colonel Pierre, Redier, Bienaymé, Sauvage, vient de terminer son travail et de proposer un système uniforme, qui n'est aucun de ceux actuellement employés en France, mais qui par sa simplicité pourra être adopté dans tous les genres de construction.

Voici quels les sont caractères principaux du système proposé:

1° *Forme du filet :* un *triangle équilatéral* avec troncatures droites; c'est d'ailleurs une des formes les plus répandues;

2° Les *pas* varient de demi en demi-millimètre;

3° Une série de vingt numéros-types détermine une collection étendue de dimensions diverses, dont les pas et les diamètres sont donnés par une formule des plus faciles à appliquer;

4° Entre les diamètres-types ainsi déterminés, on peut intercaler tous les diamètres intermédiaires utiles, sans créer, grâce à l'invariabilité des pas entre deux numéros-types, un nouvel outillage.

Outre cette étude, il convient aussi de signaler la proposition de remplacer tous les systèmes de jauges, actuellement employés pour les fils métalliques, par des jauges dont les diamètres et les graduations seraient des nombres entiers de dixièmes de millimètre.

La Société d'encouragement pour l'Industrie nationale se propose de provoquer, avant la fin de l'année, une sorte de Congrès où seraient invités tous ceux qui s'intéressent à ces importantes questions. Le Congrès discuterait et fixerait définitivement les systèmes de filetage et de jauge à employer. En attendant, la Société fait appel à tous ceux qui s'occupent de l'étude des machines: ingénieurs de l'État, fonctionnaires des diverses administrations, des manufactures, constructeurs de machines, etc., et les prie d'adresser à son Président, M. E. Tisserand, 44, rue de Rennes, à Paris, toutes les observations que pourrait suggérer cette importante question. — M.

Le câble de Marseille à Tunis. — Les essais de réception définitive de ce câble, fabriqué par la maison Grammont de Pont-de-Chérui, viennent d'être effectués dans la nuit du 17 au 18 août dernier, en présence des ingénieurs de l'État, et ont donné les résultats les plus satisfaisants.

Digitized by Google

En présence de ce succès de l'industrie française auquel nous devons applaudir, nous constatons avec plaisir que nous n'avons plus rien à envier à l'Étranger en ce qui concerne cette fabrication spéciale. — M.

L'Éclairage électrique à Paris. — MM. Vorbe et Brard, conseillers municipaux de Paris, dans la dernière séance du Conseil, ont déposé des propositions tendant à l'éclairage électrique des quais de la Marne et de l'Oise, de la rue de Crimée au pont de Flandre, ainsi que du canal de l'Ourcq. De même les quais du canal Saint-Denis seront éclairés électriquement, non seulement dans l'intérêt des mariniers, des éclusiers et des hommes occupés au halage des bateaux, mais également dans celui des nombreux piétons qui suivent les berges du canal. Il s'agit là d'une installation d'éclairage importante et qui rendra les plus grands services. — M.

L'électricité dans les mines. — M. Blackwell a donné tout récemment au Congrès de Chicago (art de l'ingénieur, section des mines) d'intéressants détails sur les applications de l'électricité dans les mines. Il y a actuellement aux États-Unis 300 Compagnies qui font usage d'appareils électriques pour l'abatage ou la traction des wagonnets, la manœuvre des bennes et des pompes d'épuisement. La plupart des installations fonctionnent à 280 ou 500 volts, mais on commence à monter jusqu'à 1 000 volts.

L'auteur insiste sur les grands avantages des appareils élévatoires électriques et des pompes électriques; comme exemple des économies réalisées par le transport électrique à distance des forces hydrauliques, il cite le cas de la mine de Virginius dans le Colorado, où l'on dépensait jusqu'à présent 400 000 fr par an de charbon (à 90 fr. la tonne !).

Un transport électrique de 300 chevaux à 6,4 km a permis de supprimer entièrement cette dépense, les autres frais d'exploitation restant les mêmes. — E.

L'éclairage électrique de la ville du Cap. — Dès 1892, le Conseil municipal du Cap avait décidé d'éclairer cette ville à l'électricité; c'est un des projets de la maison Siemens et Halske, de Berlin, qui a été adopté : ce projet comporte l'emploi du système à cinq fils, une usine génératrice distante de 2,10 km du centre de la ville et une sous-station d'accumulateurs.

La force motrice est fournie par un ruisseau venant de la montagne de la Table, qui donne une chute utile de 400 m. Les turbines, au nombre de deux, sont à axe horizontal, elles actionnent à 250 tours des génératrices de 135 kilowatts.

Le courant est amené en ville par des câbles sous plomb, il sert à maintenir en charge une batterie de 272 éléments Tudor, de 1 400 ampères-heure de capacité totale, permettant une décharge maximum de 460 ampères. La majeure partie du réseau de distribution sera souterraine.

L'installation prévue suffira pour 6 000 lampes à incandescence; l'éclairage public sera assuré par 400 lampes de 25 et 35 bougies et 30 arcs de 8 ampères. — E.

Les locomotives électriques. — Notre confrère l'*Electrician* de Londres critique assez amèrement la locomotive de la « General electric C° » qui a été décrite dans ses colonnes. Il n'admet pas qu'il soit possible d'obtenir sans patinage un effet de traction de 5 400 kg avec le poids indiqué (30 tonnes).

En vitesse, l'effort de traction sera réduit au dixième environ, ce qui correspondrait à un train de 80 tonnes sur une voie en palier dans de très bonnes conditions. Pratiquement, cette locomotive ne pourrait pas remorquer plus de 30 tonnes sur des rampes supérieures à 1 0/0. — E.

Le chemin de fer électrique de Londres. — Les journaux anglais publient le rapport de la Compagnie du « City and South London Railway » sur les six derniers mois d'exploitation. Les résultats sont encourageants. Les recettes ont monté de 8 0/0, le nombre des voyageurs de 12 0/0 et la circulation des trains (trains-kilomètre) de 15 0/0 par rapport à l'exercice précédent; néanmoins les dépenses d'exploitation ont diminué. Les frais de traction s'élèvent actuellement à 0,40 fr par train-kilomètre. — E.

Les moteurs à gaz et les usines centrales. — Une des rares usines d'éclairage électrique un peu importantes où la force motrice est fournie par des moteurs à gaz est celle de Dessau. Il est intéressant de citer les résultats obtenus : en 1892 le kilowatt-heure produit à l'usine correspond en moyenne à une dépense de 1 450 litres de gaz, 2,7 litres d'eau, et 1,1 gramme d'huile. — E.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 143 23 Septembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

TABLEAU COMMUTATEUR TÉLÉGRAPHIQUE, SYSTÈME MANDROUX

Dans chaque bureau télégraphique, les fils de ligne qui y aboutissent sont, à leur arrivée, groupés sur une rosace où s'établissent, à l'aide de conducteurs, isolés les communications de ces lignes avec les câbles aboutissant aux appareils télégraphiques qui doivent les desservir.

Dans la plupart des bureaux télégraphiques, il y a de nombreux fils, desservant des localités peu importantes, qui n'ont pas un trafic suffisant pour qu'on puisse affecter à chacun d'eux un appareil spécial et un télégraphiste. Dans ces conditions, on a été amené, non seulement à grouper plusieurs lignes sur un même appareil, mais encore à faire desservir plusieurs de ces appareils par un seul télégraphiste. Cette manière d'opérer, imposée par les nécessités d'une exploitation rationnelle, n'est pas sans présenter certains inconvénients, tels que déplacements continuels des télégraphistes, retards dans les transmissions lorsque deux bureaux groupés sur un même appareil ont en même temps des télégrammes à échanger, etc.

C'est dans le but d'éviter ces inconvénients que M. Mandroux, inspecteur des Télégraphes, a, à l'instigation de M. Cailleret, fonctionnaire de la même administration, réalisé un tableau commutateur qui permet de desservir plus facilement et plus rapidement les nombreux petits bureaux reliés à un même centre de dépôt.

Avec ce système de commutateur, chaque ligne aboutissant à un bureau peut être reliée sans retard à un appareil de transmission disponible desservi en permanence par un télégraphiste. L'agent chargé de la manœuvre du tableau répartit, suivant les besoins, les lignes sur les divers appareils, chaque fois qu'un des bureaux correspondants appelle ou doit être appelé ; il n'y a plus, par suite, de perte de temps dans la transmission des télégrammes et les divers appareils de transmission sont mieux utilisés. Tous les fils peuvent, le cas échéant, être reliés successivement à un seul et même appareil ou bien être répartis sur un nombre d'appareils de transmission égal à celui des télégraphistes disponibles.

Le personnel de service ou le receveur, en cas d'appel de nuit, peut répondre immédiament et sans hésitation aux appels des bureaux correspondants, soit que les lignes desservent un seul bureau, soit qu'elles en desservent deux, comme c'est souvent le cas pour les bureaux municipaux. Dans ces conditions, il a été nécessaire d'affecter à chacun de ces modes d'exploitation des tableaux combinés différemment. Le premier modèle de tableau est dit *à lignes simples* et comporte des annonciateurs ordinaires ; le second modèle, dit *à lignes bifurquées*, est muni d'annonciateurs à électro-aimants polarisés avec indices de sens du courant d'appel, disposition rendue nécessaire par ce fait que les deux bureaux desservis par un même fil sont munis de rappels par inversion de courant et que l'appel de chacun d'eux doit nécessairement se faire avec un courant de sens déterminé.

Sauf cette particularité, les dispositions générales, les dimensions et la manœuvre des divers organes sont les mêmes dans les deux modèles de tableaux, pour l'agencement desquels l'inventeur a utilisé les chevilles, les conjoncteurs et les annonciateurs des tableaux téléphoniques de son système.

*

Digitized by Google

Avant d'examiner l'ensemble et le fonctionnement de ces tableaux commutateurs, nous allons décrire successivement, pour chacun d'eux, les divers organes qui entrent dans sa constitution.

TABLEAU POUR LIGNES SIMPLES

Chaque groupe correspondant à une ligne simple se compose d'un conjoncteur et d'un annonciateur. Pour établir la relation des lignes avec l'un quelconque des appareils de transmission, on fait usage de fiches de jonction munies de cordons souples à deux conducteurs.

Conjoncteur pour ligne simple. — Ce conjoncteur (fig. 1) se compose de trois blocs de laiton A, B, C, isolés l'un de l'autre par une plaque d'ébonite E. Un trou *t* traverse de part en part les blocs A et C, ainsi que la plaque d'ébonite E. Il est calibré de façon à recevoir la fiche de jonction qui y pénètre à frottement. Un ressort en acier R est vissé sur la face latérale du bloc C et porte à sa partie inférieure un contact arrondi en laiton qui se loge dans un évidement pratiqué dans le bloc et fait légèrement saillie à l'intérieur du trou; ce ressort a pour objet, lorsque la fiche est introduite dans le trou, d'assurer une bonne communication entre l'extrémité de la fiche et le bloc C. En temps normal, le bloc A est en communication avec le bloc B par l'intermédiaire d'une broche *b*, encastrée dans le bloc A et sur laquelle agit constamment un ressort à boudin *r* qui la force à appuyer sur le bloc B. Quand la fiche est introduite dans le trou *t*, sa partie latérale presse contre une sorte de plan incliné ménagé sur la broche *b* et force cette dernière à se soulever, rompant ainsi la communication entre les blocs A et B. De plus, cette broche assure une communication des plus parfaites entre la fiche et les blocs dans lesquels elle est introduite, résultat auquel il est difficile d'arriver avec les fiches téléphoniques américaines, qui ne touchent le bloc qu'en un seul point.

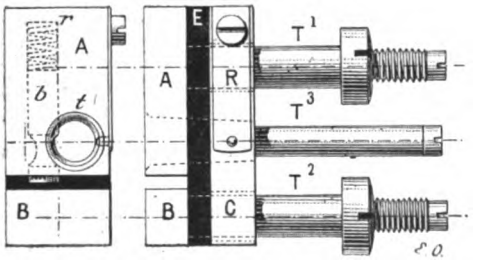


Fig. 1.

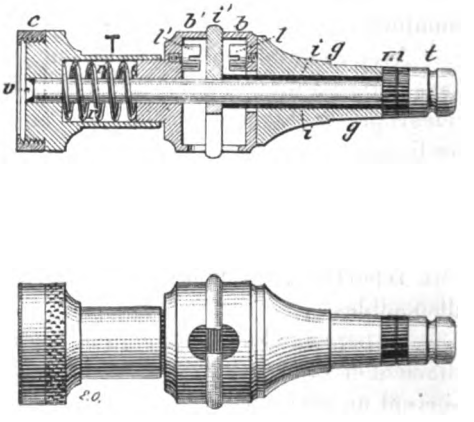


Fig. 2.

Des tiges de laiton T^1, T^2, T^3, vissées respectivement sur chacun des blocs A, B, C, servent en même temps à fixer le conjoncteur sur le panneau du tableau, à l'aide d'écrous dont elles sont munies, et aussi à attacher les conducteurs isolés qui amènent le fil de ligne au bloc A, le fil de pile au bloc C et le fil de l'annonciateur au bloc B. Les tiges T^1 et T^3 sont isolées du bloc C qu'elles traversent par des canons en ivoire.

Fiche de jonction. — Cette fiche, dont la figure 2 montre la coupe et l'ensemble, se compose d'une tige cylindrique centrale en acier, terminée par un téton *t*. Sur cette tige s'enfilent successivement : une rondelle d'ébonite *m*; un manchon isolant *i*, également en ébonite; une gaine de laiton *g*; le premier compartiment d'une boîte en laiton nickelé

Digitized by Google

b; une bague isolante en ivoire i'; le second compartiment b' de la boîte en laiton; un tube métallique T; une tête c, munie d'une rondelle destinée à maintenir une petite plaque indicatrice en tôle émaillée; tout ce système est maintenu par une vis à tête fraisée v; un ressort à boudin r, emprisonné par le tube T, assure une certaine élasticité aux parties mobiles de la fiche et permet notamment aux boîtiers b et b' ainsi qu'à la rondelle i de tourner autour de la tige centrale qui leur sert d'axe. Sous la vis l s'attache l'extrémité d'un des deux conducteurs du cordon souple fixé à la fiche, l'autre conducteur aboutit à la vis l'; la vis l communique avec la gaine g et la vis l' avec la tige centrale.

On voit facilement que, lorsque la fiche est enfoncée dans l'orifice du conjoncteur, la tige centrale est en communication par le téton t avec le bloc postérieur C où aboutit la pile, tandis que la gaine g est en contact avec le bloc antérieur A relié à la ligne.

Les parties b, i' et b' de la fiche étant mobiles et pouvant tourner autour du centre, les conducteurs attachés aux vis l et l' ne subissent aucune torsion pendant la manœuvre de la fiche.

Annonciateur pour lignes simples. — Cet annonciateur (fig. 3) se compose d'un électro-aimant dont la bobine unique E, de 500 ohms de résistance, est montée sur le bâti B, qui se fixe, à l'aide d'une vis v, sur le panneau du tableau. L'armature A, pivotant en O entre les pointes de deux vis, se prolonge en avant du panneau sur lequel est fixé l'annonciateur; le poids de la partie Oc suffit pour maintenir l'armature éloignée des pièces polaires de la bobine E. Un cran pratiqué dans l'extrémité c retient un volet V, monté sur une charnière, qui, lorsqu'il est dégagé par suite de l'attraction de l'armature, retombe par son propre poids, laissant voir le numéro de la ligne desservie par l'annonciateur.

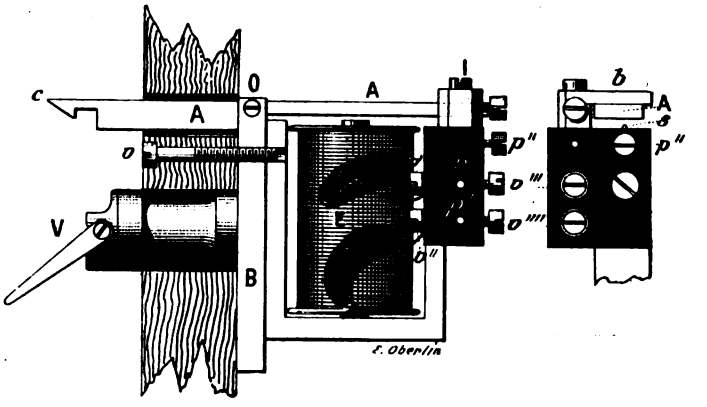


Fig. 3.

Le massif de l'annonciateur est relié en permanence avec la terre; les deux extrémités du fil de la bobine sont attachées, à l'aide des vis v' et v'', à deux plots isolés, p et p', noyés dans un bloc d'ébonite vissé sur le bâti; chacun de ces plots porte également, sur la face opposée de la plaque d'ébonite, une vis sur laquelle on fixe, d'une part, le fil venant de la ligne en v''' et, d'autre part, en v'''' un fil reliant ce plot au massif et, par conséquent, à la terre.

Le bloc d'ébonite porte, en outre, à sa partie supérieure, une butée b servant à limiter la course de l'armature; au-dessous de cette dernière, en s, se trouve un contact platiné sur lequel elle vient s'appuyer lorsqu'elle est attirée. Ce contact s communique avec un troisième plot p'' auquel aboutit le fil de la sonnerie d'appel; lorsque l'annonciateur fonctionne, l'armature venant au contact de s, ferme ainsi le circuit de la sonnerie par le massif et la terre.

Fonctionnement et description du tableau. — Connaissant maintenant les organes qui entrent dans la composition d'un tableau commutateur et dont le nombre varie suivant le nombre de fils de ligne qui y aboutissent et d'appareils de transmission nécessaires pour les desservir, nous pouvons examiner le fonctionnement de l'ensemble

Digitized by Google

en même temps que la manière dont sont disposées les diverses communications.

Pour faciliter l'étude des communications, considérons d'abord le cas d'une seule ligne desservie par un appareil. Le fil de ligne est relié directement à la borne L (fig. 4) ; lorsque le bureau correspondant veut appeler, il envoie un courant sur la ligne ; ce courant arrivant en L se rend à la terre par le fil qui relie la borne L à la tige t^1 reliée au bloc 1 du conjoncteur ; de là, il traverse le bloc 1, se rend au bloc 3 par l'intermédiaire de la broche intérieure qui, en temps normal, fait communiquer le bloc 1 avec le bloc 3, sort de ce dernier par la tige t^2 qui aboutit au fil d'entrée de la bobine de l'annonciateur, actionne ce dernier dont le volet tombe, laissant ainsi une trace permanente de l'appel, sort de la bobine par le fil qui est relié au massif de l'annonciateur et enfin se rend à la terre, par l'intermédiaire de la borne T reliée au massif par un fil de communication. En même temps la sonnerie S^1 fonctionne, car son circuit est fermé par suite de l'attraction de l'armature de l'annonciateur ; en effet, en examinant le diagramme (fig. 4), on voit que le fil qui part de la borne 2 de la sonnerie aboutit à la borne S du tableau, qui est elle-même en communication avec le contact isolé placé sous l'armature s ; lorsque cette dernière est attirée, elle vient buter sur ce contact qui est alors relié à la terre par l'intermédiaire du massif de l'annonciateur dont l'armature fait partie ; le circuit de la pile P^1 se trouve fermé et la sonnerie S^1 fonctionne.

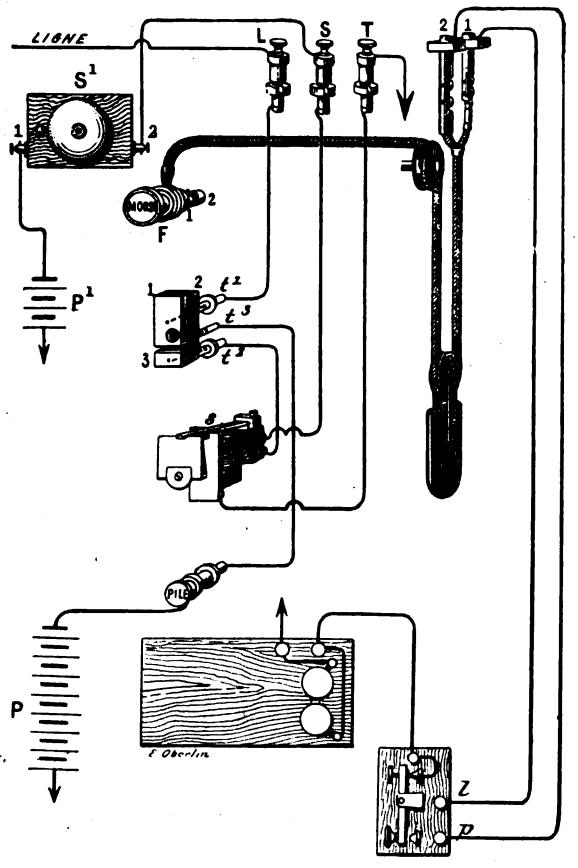


Fig. 4.

Aussitôt que l'appel se produit, il suffit d'enfoncer la fiche F dans le conjoncteur pour mettre le bureau correspondant en communication avec l'appareil de transmission (appareil Morse dans le cas indiqué par la figure 4). En effet, la ligne est reliée à la borne l du manipulateur par l'intermédiaire du bloc 1 du conjoncteur auquel elle aboutit, de la gaine extérieure de la fiche F et du conducteur n° 1 du cordon souple. En même temps, la pile P, spéciale au bureau correspondant, est mise en communication avec la borne p du manipulateur par le fil qui, partant de cette pile, aboutit au bloc 2 du conjoncteur par l'intermédiaire de la tige t^3, le bloc 2, le téton qui termine la fiche, et le conducteur n° 2 du cordon souple.

Comme on peut s'en rendre compte, l'introduction de la fiche dans le conjoncteur est la seule manœuvre nécessaire pour établir la communication d'une ligne avec un appareil de transmission.

La marche du courant étant connue, il est facile de comprendre le montage d'un tableau commutateur de ce système. Prenons, comme exemple, un tableau auquel abou-

Digitized by Google

tissent 12 lignes desservies par 5 appareils Morse. La figure 5 montre la face antérieure de ce tableau.

Les conjoncteurs, dont le nombre doit être égal à celui des lignes, sont numérotés, comme ces dernières, de 1 à 12; une plaque indicatrice, fixée au-dessus de chacun d'eux, est destinée à recevoir le nom du bureau correspondant. Au-dessous des conjoncteurs, se trouvent les 12 annonciateurs. Au bas du tableau sont disposées, en une seule rangée, 12 bornes auxquelles on rattache les fils partant des pôles positifs des piles de ligne, les pôles négatifs étant mis à la terre; chaque ligne a une pile spéciale.

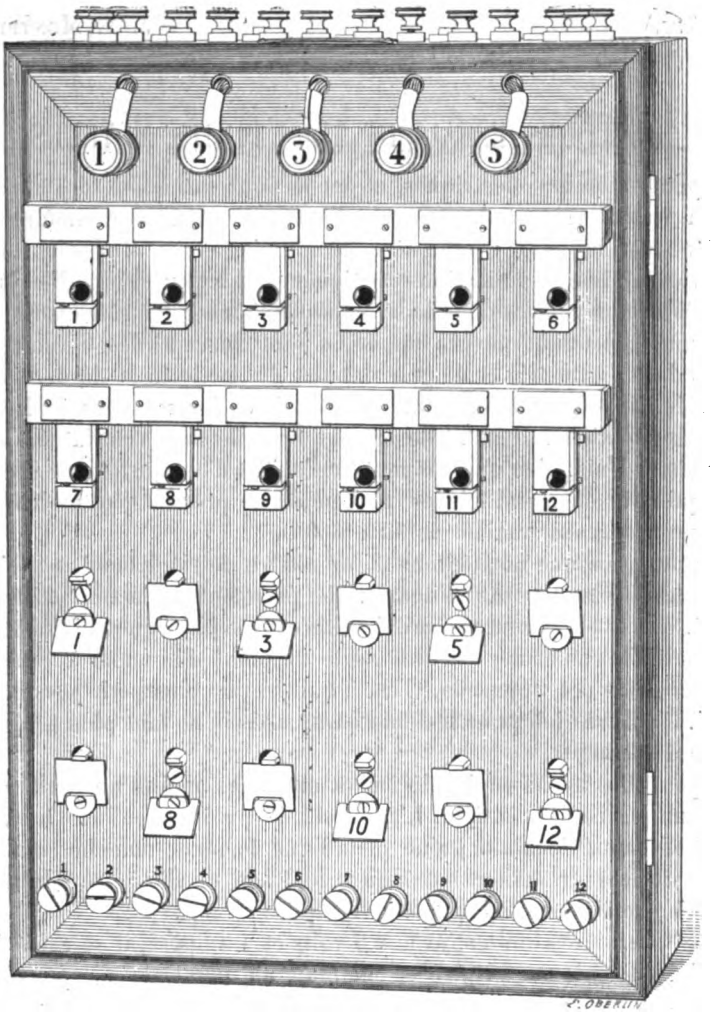


Fig. 5.

Au-dessus des conjoncteurs et placées dans des trous de repos se trouvent les cinq fiches de jonction; chacune de ces fiches est affectée à un appareil de transmission et est munie à cet effet d'un cordon souple à deux conducteurs qui pénètre à l'intérieur du meuble où il glisse sur des poulies pour venir aboutir à des bornes fixées sur la planchette qui se trouve à la partie supérieure du tableau; à ces bornes on rattache les fils de ligne et de pile des appareils de transmission. Un contre poids en plomb est attaché à chaque cordon souple pour le maintenir tendu.

Digitized by Google

Enfin, également fixées sur cette planchette, sont disposées les 12 bornes où s'attachent les fils de ligne, la borne de terre marquée T et la borne de sonnerie marquée S. Les contacts de sonnerie des 12 annonciateurs sont réunis en dérivation sur un conducteur unique aboutissant à la borne S.

La borne T est reliée au massif de tous les annonciateurs; à cet effet une lame métallique fait communiquer entre eux tous les massifs et se rattache ensuite par un conducteur spécial avec la borne T à laquelle on attache le fil de terre.

Dans un prochain article, nous décrirons le tableau commutateur pour lignes bifurquées.

(*à suivre.*) J.-A. MONTPELLIER.

QUELQUES ESSAIS DE TRÈS PETITS MOTEURS

Les tout petits moteurs électriques, et par là nous entendons des appareils qui peuvent fournir un travail variant de quelques centièmes de kilogrammètre par seconde à 1 kilogrammètre par seconde, n'ont guère été soumis à des études consciencieuses; le motif en est évident : leurs applications pratiques sont à peu près nulles jusqu'à présent, et ils sont restés exclusivement dans le domaine de l'amateur électricien.

Nous croyons cependant que ces appareils sont susceptibles d'une foule d'applications pratiques dans l'industrie et dans le cabinet du médecin et du dentiste; mais, pour cela, il faut avoir une source de courant convenable et des moteurs étudiés spécialement en vue de ces applications. Il suffit de citer l'exemple des ventilateurs électriques, si répandus aux États-Unis, bien que ces moteurs soient d'une puissance supérieure à celle des appareils qui nous occupent ici, les plus petits ne prenant pas moins d'une centaine de watts avec un rendement variant de 30 à 60 0/0.

C'est avec intention que nous citons ici un chiffre de rendement, car c'est là une des grandes difficultés des tout petits moteurs : ils prennent beaucoup et ne rendent rien. Cette difficulté, qui est réelle et qui provient de causes physiques bien nettes, est encore accrue dans des limites énormes par une sorte de point d'honneur à rebours des constructeurs ordinaires de ces appareils. C'est à qui fera le plus petit possible : on vise au moteur-bijou [1]. C'est très joli pour les amateurs, mais il ne faut plus songer à une application pratique quelconque.

Par exemple, nous avons eu dernièrement entre les mains un petit moteur destiné à faire tourner une fraise de dentiste. L'appareil, de provenance inconnue, était fort joli, soigneusement renfermé dans une gaine métallique formant manche; malheureusement, les dimensions du moteur étaient si réduites (3,5 cm de diamètre sur 3,5 cm de longueur) qu'il était parfaitement incapable de remplir son but.

Poussé à ses dernières limites, avec 8,5 volts et 1 ampère, il se refusait obstinément à percer une pièce de bois ou d'ivoire et chauffait au point de ne pouvoir fonctionner longtemps sans danger. Nous avons eu la curiosité de mesurer son rendement, par la méthode que nous décrivons plus bas, et nous avons trouvé 2,1 0/0 seulement dans les conditions ci-dessus, avec une vitesse de 1 000 tours par minute. Si le constructeur, mieux avisé, eût augmenté un peu les dimensions de son appareil, il serait facilement arrivé à doubler ou tripler ce rendement, et le moteur eût pu remplir son office.

Les réflexions ci-dessus nous ont été suggérées par une étude que nous avons eu à faire récemment, à la demande d'un industriel, en vue d'une application spéciale sur laquelle nous aurons à revenir un jour ou l'autre.

[1] Le dernier cri dans ce genre est un moteur-breloque, que nous avons trouvé indiqué dans un numéro récent de l'*Electrical World*.

Digitized by Google

Il s'agissait d'alimenter avec des piles (Piles Bloc) un moteur capable de développer, sur un axe faisant 4 à 5 tours par minute, une puissance d'environ 300 gr-cm par seconde (0,03 watt).

On avait essayé un certain nombre de moteurs existants, mais aucun ne satisfaisait aux conditions de débit imposées par l'emploi des piles, soit 6 à 8 volts et 0,2 ampère au maximum.

Celui qui donna les meilleurs résultats est un minuscule moteur Trouvé, à armature en navette. Tournant à 4 500 tours environ, il faisait le travail demandé en absorbant 6 volts et 0,6 ampère. Comme on le voit, on était encore loin de compte et, de plus, avec une vitesse aussi exagéré, les engrenages nécessaires ferraillaient et absorbaient pas mal de travail. Dans ces conditions, le rendement mécanique sur le dernier axe était donc inférieur à 1 0/0.

Sur la demande et avec le concours de la société de construction des Piles Bloc nous avons étudié un petit moteur qui remplit entièrement les conditions demandées et a permis de réduire la dépense électrique à 3 volts et 0,07 ampère, soit près de 17 fois moins que dans le cas précédent, bien que la vitesse ait été réduite à 900 tours par minute.

Sans décrire en détail ce moteur, disons seulement que ce résultat a été atteint en employant un aimant permanent au lieu d'un électro-aimant [1] et en donnant à l'induit des dimensions relativement considérables (3 cm de diamètre, 5,5 cm de longueur), tout en réduisant le poids du noyau de fer. L'induit entier ne pèse que 90 gr. L'enroulement de l'induit est du genre Siemens avec un collecteur à 5 sections. Le courant n'est donc jamais coupé et il n'y a pas d'étincelles visibles au collecteur, tant qu'on ne dépasse pas 1 500 tours

La résistance moyenne de l'induit, mesurée entre balais, est égale à 17 ohms.

Pour nous rendre compte du fonctionnement de ce moteur, nous avons essayé un petit frein de Prony, mais avec un succès médiocre, en particulier à cause de l'impossibilité de mesurer directement la vitesse de l'axe du moteur.

Nous avons donc essayé une autre méthode très simple qui a l'avantage de donner en même temps la vitesse. Elle consiste à faire enrouler directement sur l'axe du moteur un cordon de soie auquel on attache des poids variables. Lorsque le diamètre de l'axe est assez petit et que la vitesse angulaire n'est pas trop exagérée, on arrive à élever les poids d'un mètre en quelques secondes. Il faut naturellement avoir soin de faire élever le poids d'une plus grande hauteur, pour qu'il puisse prendre sa vitesse finale. Au moyen d'un chronographe on mesure le temps qui sépare le passage du poids devant des marques séparées par une distance connue, 1 m par exemple. On connaît le travail mécanique effectué dans un temps donné, donc la puissance mécanique utile. Deux mesures électriques simultanées ou répétées dans les mêmes conditions donnent les volts et les ampères, d'où le rendement mécanique. Connaissant, d'autre part, le diamètre d'enroulement du fil (diamètre de l'axe, augmenté du diamètre du fil) on peut calculer le nombre de tours par seconde. Comme nous allons le montrer par un exemple, il suffit de deux mesures, une à vide et une en charge, pour pouvoir calculer ensuite tous les éléments de fonctionnement dans des conditions données quelconques.

Nous désignons ci-après par:

E, la force électromotrice aux bornes ;

i, le courant ;

[1] Dans les petits moteurs, la perte de puissance provenant de la résistance des inducteurs est bien supérieure à la dépense dans l'induit. Dans un bon moteur industriel de 100 watts, nous avons trouvé qu'on dépensait pour l'excitation quatre fois plus que dans l'induit. Ce rapport devient de plus en plus petit à mesure que les dimensions augmentent.

Digitized by Google

r, la résistance de l'induit ;

e, la force contre-électromotrice ;

$P_{él}$, la puissance électrique fournie ;

P_{ut}, la puissance mécanique utile ;

P_{hyst}, la puissance dépensée dans l'induit par suite de l'hystérésis, des courants de Foucault et des frottements de l'axe dans ses paliers ;

η, le rendement mécanique.

1° *Marche en charge* (A). — Données d'expérience :

$$(r = 17\ w)$$

$$E = 3{,}50 \text{ volt}, \ i = 0{,}136 \text{ amp}, \ P_{él} = 0{,}475 \text{ watt}.$$

On en tire :

$$e = E - ri = 1{,}18, \ ei = 0{,}16 \text{ watt}, \text{ rendement électrique } \frac{e}{E} = 33{,}7\ 0/0.$$

Mesures mécaniques :

Le moteur a remonté 100 gr à 1 m en 10,4 secondes ; diamètre d'enroulement : 0, 31 cm.

On a donc :

$$P_{ut} = \frac{100 \times 100}{10{,}4} = 960 \frac{\text{gr-cm}}{\text{sec}} = 0{,}096 \text{ watt}$$

$$\eta = \frac{P_{ut}}{P_{él}} = 20{,}2\ 0/0.$$

Vitesse angulaire : $$n = \frac{100}{\pi 0{,}31} \times \frac{60}{10{,}4} = 594 \text{ tours}$$

La puissance dépensée en frottements et hystérésis est donc :

$$P_{hyst} = ei - P^{ut} = 0{,}160 - 0{,}096 = 0{,}064 \text{ watt}.$$

La perte en *ergs* rapportée à 1 tour est égale à :

$$\frac{64.10^4}{\frac{594}{60}} = 64\,600$$

Marche en charge (B) :

$$E = 5{,}30 \text{ volt}, \ i = 0{,}164 \text{ amp}, \ P_{él} = 0{,}87 \text{ watt}$$

$$e = 2{,}36, \ ei = 0{,}388 \text{ watt}, \text{ rendement électrique } = 44{,}5\ 0/0$$

120 gr à 100 cm en 5,6 secondes, d'où :

$$n = 1\,100 \text{ tours}.$$

$$P_{ut} = \frac{100 \cdot 120}{5{,}6} = 2\,140 \frac{\text{gr-cm}}{\text{sec}} = 0{,}214 \text{ watt} \quad \eta = 24{,}7\ 0/0$$

$$P_{hyst} = 0{,}388 - 0{,}214 = 0{,}174 \text{ watt}.$$

Perte en ergs rapportée à 1 tour :

$$\frac{174.10^4}{\frac{1\,100}{60}} = 95\,000.$$

De ces deux mesures on peut conclure que la perte par frottements augmente avec la vitesse et avec la charge, ce qui doit être ; de plus, on voit que le rapport des vitesses mesurées dans les deux cas (1,86) est très sensiblement égal au rapport des forces contre-électromotrices (2,00) ; il est probable que la différence vient des erreurs de mesure.

On peut donc calculer la vitesse d'après le rapport des forces contre-électromotrices, quand on a fait une première détermination ; en prenant la moyenne des deux cas précédents, on trouve que la vitesse est donnée par la formule :

$$n = 480e$$

Digitized by Google

2° *Marche à vide* (A) :

$$E = 3{,}64,\ i = 0{,}052,\ P_{si} = 0{,}19 \text{ watt}$$
$$e = 2{,}74.\ ei = 0{,}142 \text{ watt},$$

d'où :

$$n = 480 \times 2{,}74 = 1\,320$$
$$P_{hyst} = ei = 0{,}142 \text{ watt}$$

Perte en ergs rapportée à 1 tour :

$$\frac{142.10^4}{\frac{1\,320}{60}} = 64\,500.$$

Si l'on pouvait admettre la constance de la valeur indiquée : *perte en ergs par tour*, le calcul de la puissance utile et du rendement dans des conditions quelconques serait des plus aisé ; nous admettrons une valeur moyenne de 70000 ergs par tour. La puissance utile perdue par le frottement est donc égale en watts à :

$$\frac{70\,000}{10^7}\,\frac{n}{60} = \frac{1.16}{10^4}\,n$$

et on obtient comme formule générale de la puissance utile :

$$P_{ut} = Ei - ri^2 - \frac{1.16n}{10^4} \text{ watts.}$$

En utilisant la formule $e = E - ri$ et la relation numérique ci-dessus, on peut éliminer i ; il vient tous calculs effectués :

$$P_{ut} = \frac{E}{r}\left(E - \frac{n}{480}\right) - \frac{\left(E - \frac{n}{480}\right)^2}{r} - \frac{1.16n}{10^4} \quad (1) \text{ avec } r = 17 \text{ ohms}$$

On peut donc calculer la puissance pour une vitesse et un voltage donné ; une formule analogue donnerait le rendement.

Par exemple, dans les conditions pratiques de fonctionnement de ce moteur, on a :

$$E = 3{,}09 \text{ volts},\ i = 0{,}072 \text{ amp},\ n = 900 \text{ tours} ;$$

La puissance utile est égale à 0,030 watts et le rendement est de 13,5 0/0.

Ce rendement de 13,5 0/0 est déjà assez remarquable pour des puissances aussi minimes ; mais il faut faire remarquer qu'il augmente beaucoup quand on demande un peu plus de travail à ce moteur.

En dérivant la formule (1) par rapport à n, on trouve la vitesse qui correspond au maximum de travail, en fonction du voltage ; on trouve :

$$n = 240\,E - 230$$

Ainsi, à la vitesse de 2 000 tours correspond un voltage de 9,3 volts ; le travail utile est égal à 1,02 watt, le courant est 0,3 ampère et le rendement monte à 36,5 0/0. Avec des électro-aimants, il serait absolument impossible d'atteindre un résulat semblable. Avant d'en faire l'expérience, nous n'aurions pas cru que l'emploi des aimants permanents procurât de tels avantages ; il serait intéressant de voir jusqu'à quelle puissance il y a intérêt pratique à les employer, quand on n'est pas limité par le poids ou l'eucombrement.

E. Meylan.

Digitized by Google

SERVICE DE " TRAINS ÉCLAIR "

Un des plus remarquables projets introduits dans ces dernières années en vue d'obtenir une très grande vitesse dans le service des chemins de fer a été présenté par M. B. Behr, qui en a étudié tous les détails en collaboration avec M. Lartigue et L. Finet.

Il a été dénommé « service de trains-éclair » eu égard aux vitesses de locomotion qui fluctuent de 192 à 240 km à l'heure.

De ces calculs préliminaires, M. Behr en arrive tout naturellement à la conclusion que, sur les lignes existantes, il n'est pas prudent de marcher à des vitesses absolues supérieures à 128 km à l'heure . soit une moyenne de 90 km à l'heure; et que, pour atteindre des vitesses de 192 à 240 km à l'heure sur des lignes du type ordinaire, il serait nécessaire d'en construire de nouvelles d'un caractère spécial, avec un matériel roulant particulier, qui impliqueraient des dépenses disproportionnées dans les limites de capacité de travail de ces lignes exceptionnelles[1] et qui, même ainsi aménagées, présenteraient toujours des éléments d'insécurité.

Comme types de lignes applicables aux très grandes vitesses et, en même temps, suffisamment économiques de construction pour les besoins pratiques, l'auteur du projet suggère l'usage du système dit monorail Lartigue, avec traction électrique. Le système Lartigue, avec traction par la vapeur, a été employé, il y a quelques années, sur une voie de 15 km, allant de Listowel à Ballybunion en Irlande; une ligne semblable de Feurs à Panissières, dans le département de la Loire (France) est sur le point d'être livrée à l'exploitation.

Essentiellement, la ligne à simple rail Lartigue se compose de longrines portant un rail à double champignon et reposant sur des tréteaux en acier fixés sur des traverses au sol. A 0,675 m au-dessous du niveau du rail, les tréteaux sont munis de contreventements qui portent de chaque côté un guidonnage en acier. La fonction de ce guide-rail consiste à maintenir en équilibre le véhicule, qui est établi sur une plate-forme longitudinale roulant, par l'intermédiaire de galets, sur chaque côté des tréteaux. Cette disposition fournit une voie prismatique continue de section triangulaire, contreventée longitudinalement et diagonalement par rapport aux tréteaux. Des arrangements spéciaux sont prévus aux croisements des routes, à la traversée des rivières ou des ravins et au passage des courbes.

Chaque véhicule sera pourvu de plusieurs électromoteurs. Le trait saillant de la voiture consiste en une charpente ou châssis reposant sur plusieurs roues placées sur le même axe longitudinal. De part et d'autre de ce châssis sont fixés les compartiments de la voiture, communiquant par des escaliers situés transversalement à chaque extrémité.

Avec des roues de 0,295 m de diamètre et groupées par paires en boggies, le nombre de révolutions nécessaires pour atteindre une vitesse de 248 km à l'heure sera de 720 par minute. Cette vitesse permettra de relier directement le moteur à chacun des essieux. Le courant sera recueilli au moyen d'un bras fixé à la voiture et plongeant dans un chenal qui contient un conducteur nu; celui-ci sera soulevé par le collecteur.

Ce service d'express-éclair est proposé comme auxiliaire aux chemins de fer existants; les lignes seraient construites le long de ces derniers et spécialement affectées au transport des voyageurs seulement.

Nous donnons dans le tableau suivant un aperçu des distances et du temps des trajets aux vitesses respectives de 192 et 240 km à l'heure :

[1] Des considérations similaires ont déjà été exposées par notre collaborateur Em. Dieudonné, au cours d'une étude publiée par l'*Électricien* du 4 février 1893, p. 77.

Digitized by Google

	DISTANCES KILOMÉTRIQUES	VITESSE 192 km à l'heure		VITESSE 240 km à l'heure	
		HEURES	MINUTES	HEURES	MINUTES
De Londres à Brighton	80	0	25	0	20
— Liverpool	323	1	41	1	21
— Edimbourg	641	3	20	2	40
De Berlin à Hambourg	283	1	29	1	10
— Cologne	576	3	00	2	24
— Munich	648	3	23	2	42
De Paris à Rouen	134,4	0	42	0	34
— Marseille	856	4	28	3	34
— Calais	296	1	32	1	14
De New-York à Chicago	1457,6	7	33	6	7

Il faut bien convenir que le projet d'organisation d'un service de train-éclair présente une grandiose apparence sur le papier et, bien qu'il soit revendiqué comme pratique et économique, sa conception est trop en avance sur l'époque. Nous vivons déjà à toutes brides pour désirer d'en accélérer encore la marche à présent, laissant cela aux siècles futurs.

Néanmoins, le projet réclame momentanément une certaine considération.

A. WILLEBOND.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Le téléphone dans un service de tramways

De nos jours, sous l'empire du besoin toujours plus pressant de locomotion rapide, il est souvent de la dernière importance pour un directeur de tramways que ses désirs et ses instructions soient transmis à son personnel avec la plus grande célérité possible. Dans cet ordre d'idées, les chemins de fer avaient employé le télégraphe, mais on ne peut contester que le téléphone remplira plus simplement le but, si l'on adopte quelques précautions dans le mode de transmission.

Un service de tramways, pour qu'il soit productif, doit s'accomplir avec grande régularité, c'est-à-dire que les voitures doivent partir à des intervalles de temps égaux ; la fréquence du départ doit varier et s'accorder avec la quantité de voyageurs à transporter aux différentes heures du jour. Il faut aussi considérer que les dépenses afférentes aux voitures en stationnement aux terminus des lignes constituent une perte sèche.

Il y a quelque temps, M. Durbin, directeur de la Compagnie des tramways de Denver, fut chargé de faire des expériences, en s'aidant du téléphone, dans le but d'améliorer le service et réaliser des économies. Ces essais, bien que s'appliquant à un réseau à traction funiculaire, sont également un enseignement pour tout autre système de traction, notamment pour la traction électrique.

Autant que possible, il faut éviter de faire circuler des voitures à vide et surtout les mettre en ligne au moment des besoins. Une telle marche nécessite des changements de graphiques de circulation. Ces modifications entraînaient à l'origine une certaine perte de temps, que la Compagnie a éliminée en ouvrant un poste central téléphonique et en installant des téléphones récepteurs aux différents terminus.

Aussitôt son arrivée au terminus, chaque conducteur répète le numéro de sa voiture au chef du mouvement, qui immédiatement lui indique le moment de son départ. Un registre des départs de chaque voiture est tenu, auquel on se reporte en cas d'accidents ou de plaintes ; il

Digitized by Google

est possible que le numéro du véhicule ne soit pas connu, mais le temps et la date de circulation sont consignés. En pareil cas, la feuille du chef du mouvement le mettrait à même de déterminer la situation de la voiture expédiée sans avoir recours aux feuilles de route.

Il y a deux chefs de mouvement, travaillant chacun neuf heures par jour. Au début le travail est pénible, mais, après un certain temps de pratique, un homme d'une intelligence ordinaire devient assez exercé pour ordonner le départ d'un véhicule juste à l'instant où il est réclamé. Durant les heures de presse, il a été répondu aux appels chaque quart de minute, en moyenne ils se répètent deux fois par minute.

En cas de retard dû à une cause quelconque, le conducteur le notifie au chef du mouvement le plus tôt possible; celui-ci procède alors à une répartition nouvelle dès que les véhicules arrivent à leurs terminus respectifs, de façon à combler l'intervalle causé par le retard. Cette opération s'accomplit avec succès et sans perte d'activité occasionnée par un arrêt entier des voitures. Très fréquemment, de grands espacements entre les mobiles déterminés par le passage de cortège, par exemple, ont été raccourcis en accentuant la marche en avant des voitures non bloquées, et de cette manière le service conserve une allure de marche raisonnable.

Ce système permet aux voitures de repartir tout de suite d'après un nouveau régime de marche et d'être également espacées en arrivant au terminus après un retard; tandis que l'ancien système d'horaire forçait la voiture en retard à l'augmenter encore en ne la faisant partir qu'au moment le plus rapproché présenté par le tableau horaire, sous peine de la voir suivre de trop près par la voiture suivante.

L'expérience prouve que les accidents aux moteurs électriques se produisent encore assez souvent en cours de route. En un cas pareil, le conducteur informe tout de suite le chef de mouvement, et aussitôt le dépôt des voitures reçoit l'ordre de substituer une nouvelle voiture à celle qui a été avariée, dès son arrivée au terminus. Les défauts survenus au fil conducteur aérien ou à la voie même sont signalés de la même façon et le personnel commis à leurs entretien et réparation aussitôt renseigné.

Les voitures peuvent circuler bien exactement, les montres des conducteurs sont toutes vérifiées et réglées par le même horloger; on n'admet pas une variation de plus de trente secondes en vingt-quatre heures. De fréquentes comparaisons sont établies par les hommes et le chef du mouvement qui corrige les écarts d'après un grand régulateur placé en face de lui. Les avantages à retirer de l'emploi systématique du téléphone peuvent se résumer comme suit : *a*) économie d'exploitation ; *b*) grande élasticité du service par la possibilité d'addition et de retrait des véhicules admis sur la voie selon les besoins momentanés ; *c*) régularité et uniformisation du service par l'espacement des véhicules en marche et la faculté d'accroître leur vitesse; *d*) information prompte de toutes défectuosités survenant aux voitures, à la ligne électrique ou à la voie; *e*) maintien d'un étalon horaire uniforme pour la totalité du système.

Ces conclusions sont le résultat d'essais institués sur le réseau de Denver ; mais rien ne dit, en tenant compte des conditions locales et des circonstances, qu'elles ne soient pas applicables à d'autres lignes. Parfois, on est surpris de la perturbation grande qu'introduit dans la circulation des tramways des grandes villes le passage de troupes ou un cortège funèbre et combien de temps il faut pour rétablir le régime normal de marche.

Le système que préconise la Compagnie de Denver et qu'elle a si judicieusement développé, obvie à ces inconvénients et élève le rendement annuel des lignes et voitures. Nous avons la conviction qu'un système analogue serait introduit avec avantage dans la plupart des réseaux de tramways urbains, à la grande satisfaction du public et des intérêts des compagnies exploitantes.

A-t-on jamais découvert quelque chose de plus grotesque que ces moteurs à vapeur, stationnant à l'Étoile au terminus de la ligne de Courbevoie, avec une voiture en queue et attendant quelquefois un quart d'heure que le signal du départ soit donné. On est porté à se demander si c'est la voiture qui remorque le moteur, tellement l'inverse paraît invraisemblable et hors de toute proportion avec la réalité. C'est un véritable défi au ridicule.

Une ou plusieurs révolutions violentes seront nécessaires pour faire pénétrer dans le tuf cranien des administrateurs des compagnies de tramways de Paris que le succès de leurs entreprises est indissolublement lié aux facilités et aux procédés rapides de circulation qu'elles offriront au public.

E. D.

Digitized by Google

Représentation objective des lignes de force électrique

M. Bruno Kolbe indique le moyen suivant de rendre visibles les lignes de force.

Versez dans un récipient cylindrique plat de l'huile de térébenthine anhydre purifiée jusqu'à une hauteur d'environ 2 cm, et ajoutez un peu de sulfate de quinine. Attachez deux ressorts formés de fil au bord du vase et disposez-les de telle sorte que les deux petites balles métalliques qui les terminent plongent dans la liqueur. Remuez la quinine avec un agitateur de verre pour la répartir uniformément au sein de liquide, et placez le vase sur un carton noir.

Reliez les deux fils aux bornes d'une machine d'influence et tournez-la très lentement. Aussitôt des cristaux blancs se groupent et s'agglomèrent d'eux-mêmes pour former de belles courbes, représentant les « lignes de force électrique ».

La forme de ces courbes rappelle celle des décharges convectives d'une machine d'influence.

Le prof. Weiler, d'Esslingen, d'autre part, nous fournit le mode opératoire ci-après :

Préparez une mixture laiteuse en agitant de la quinine amenée à un état de très grande division dans de l'huile de térébenthine. En faisant traverser la liqueur par une série de décharges, un dégagement se produit au pôle positif et les particules de matière s'amassent autour du pôle négatif, s'arrangeant en banderoles dirigées le long des lignes de force.

Ces deux manières d'opérer sont également intéressantes.

E. D.

Transmission électrique à longue distance par courants alternatifs de 10 000 volts

Cette installation a été faite à Pomona en Californie. Une chute d'eau a été utilisée, sous haute pression, par application de turbines Pelton.

Une grande turbine est accouplée directement avec un alternateur Westinghouse de 120 kilowatts, possédant 12 pôles, produisant 7 200 alternativités, à la vitesse angulaire de 600 tours avec une force électromotrice de 1 000 volts. Le courant à 1 000 volts pris aux rails d'un tableau est conduit à une rangée de 20 transformateurs ayant chacun une capacité de 6 kilowatts et enroulés pour transformer de 100 à 500 volts.

Les enroulements primaires sont en parallèle avec l'alternateur et les secondaires sont groupés en série de façon à obtenir un potentiel de 10 000 volts sur la ligne. Chaque transformateur est renfermé dans un bain d'huile contenu dans une boîte reposant sur des rails bien en contact avec le sol, les noyaux aussi sont reliés au sol par la boîte.

De la station centrale partent deux circuits, l'un allant à Pomona franchissant une distance de 24 km, l'autre à Saint-Bernard distant de 45 km. Ces deux circuits sont alimentés en parallèle à la station.

La ligne consiste en fils de cuivre nus supportés par des isolateurs en verre à double cloche, fixés sur poteau. On n'a pas employé l'huile comme isolant.

Aux sous-stations de Pomona et de Saint-Bernard, les transformateurs sont groupés de la même façon qu'à la station de départ, mais en sens inverse cependant pour obtenir la réduction de voltage adoptée. Un potentiel de 9 500 volts est fourni à Pomona, la perte sous la charge actuelle est de 5 0/0 et 19 transformateurs sont en série ; tandis qu'à Saint-Bernard la perte dans la transmission est de 10 0/0 et 18 transformateurs absorbent les 9 000 volts délivrés. Le potentiel maintenu sur les lignes de la ville est de 1 000 volts.

Lorsque le circuit de Saint-Bernard est seul en service, une violente induction se manifeste sur celui de Pomona, car il est bon de noter que ces deux lignes suivent une direction commune sur une longueur de 15 km. Les aiguilles du voltmètre de la sous-station oscillent d'une façon ininterrompue, parcourant un arc considérable de leurs cadrans, tandis que les lampes restent indemnes de tout changement d'allure. On a relevé un exemple intéressant de la capacité de la ligne en coupant la sous-station de Saint-Bernard, reliant la dynamo de l'usine centrale à la ligne à travers le primaire d'un transformateur et allumant des lampes sur le secondaire, — la résistance à l'isolement de la ligne étant au-dessus des limites d'un pont de 4 mégohms ; enfin, on a constaté une nouvelle phase de l'effet Ferranti montrant que le pseudo-potentiel Ferranti s'élève avec le courant.

Le Prof. G. Baldwin, président du collège de Claremont, a été le promoteur de ce projet ; l'installation a été étudiée par l'ingénieur W. Decker, de Sierra Madre.

Un récent essai exécuté par les ingénieurs de la Compagnie d'éclairage et de transmission de force de San-Antonio a montré que le rendement du système électrique était de 63,3 0/0. Tous les chiffres de rendement sont obtenus pour la capacité maximum de travail sous un débit hydraulique minimum.

Digitized by Google

Débit minimum par minute.....	35,5 m³	
Hauteur de chute.....	120 m	
Perte 1,75 0/0 en frottements.....	2	
Chute utilisable.....	118 m	
Puissance théorique de l'eau....	936 ch[e]	
Moins 15 0/0 de perte aux turbines	140	
Fournis aux génératrices.....	796	
Moins 10 0/0 de perte dans celles-ci.....	80	
Délivrés par les génératrices....	716 ch[e]	électriques
Moins 5 0/0 pour l'excitation et les pertes à la station.....	36	—
Énergie électrique développée...	680	—
Moins 5 0/0 de perte dans les transformateurs à la station..	34	—
Puissance admise à la ligne.....	646	—
Moins 10 0/0 de perte par transmission en ligne (Pomona)...	65	—
	581	—

Énergie électrique fournie aux transformateurs d'arrivée.....	581 ch[e]	électriques
Moins 5 0/0 de perte dans ceux-ci.	29	—
Énergie transmise au circuit de la rue.....	552	—
Moins 5 0/0 de perte sur celui-ci.	28	—
Énergie fournie au transformateur du client.....	524	—
Moins 5 0/0 de perte dans ce dernier.....	26	—
Énergie électrique utilisable chez le consommateur.....	498	—

Rendement total hydraulique..... 83,5 0/0
— — système électrique..... 63 —
— — système complet..... 52,3 —

E. D.

BIBLIOGRAPHIE

Populaire Vorträge über Electricität gehalten vor dem Heizer et Maschinisten-Verein *Zurich*, von D[r] *R.* Kopp [Conférences populaires sur l'électricité données à la Société des chauffeurs-mécaniciens de Zurich, par le D[r] R. Kopp]. *Librairie du Cercle suisse de Grütli. Zurich*, 1893.

Ces conférences ont pour objet de présenter, d'une manière intelligible pour le plus grand nombre, les principaux phénomènes de l'électricité et les lois qui les régissent. Quelques-unes ont trait à l'électricité de frottement et à l'électricité de contact, les autres traitent des batteries de piles primaires et secondaires, du magnétisme et de l'électro-magnétisme, des dynamos, des transformateurs à courants secondaires. L'opuscule se termine par des considérations pratiques sur l'emploi des lampes à incandescence, des lampes à arc et le transport de l'énergie électrique.

Em. Dieudonné.

Notes et formules d'électricité industrielle, par M. Robert-P. Bouquet. *Paris, E. Bernard et C[ie]* 1893.

L'auteur, dans une sorte de présentation liminaire de son ouvrage, est allé au-devant de l'exclamation: « Encore un aide-mémoire » qu'il n'aurait pas manqué d'entendre.

Il a feuilleté les œuvres similaires existantes et il a constaté qu'elles ne renfermaient, pour la plupart, que des renseignements simples et pratiques à l'usage des monteurs électriciens, ou bien que des données numériques et des résultats d'expériences qui ne peuvent être d'une certaine utilité que dans les laboratoires.

Nous sommes quelque peu empêché de nous rallier complètement aux conclusions auxquelles l'ont conduit ses recherches personnelles et nous n'hésitons pas à déclarer que nous avons l'habitude de recourir avec fruit à des manuels rédigés, il est vrai, en langues étrangères, où nous trouvons des documents correspondant réellement à l'art de l'ingénieur.

Le plus grand nombre d'entre nous connaît des ouvrages du genre des *Notes et formules de l'ingénieur et du constructeur mécanicien*, de M. Laharpe, qui abondent en renseignements relatifs aux questions industrielles. M. Bouquet, frappé des inconvénients qu'il a relevés au cours de ses lectures des aide-mémoire d'électricité préexistants, a cherché à combler cette lacune en constituant un type d'ouvrage se rapprochant du modèle et du plan adoptés par M. Laharpe.

Il a réuni en un compendieux volume le plus de documents possible ayant trait à la construction des dynamos, aux accumulateurs, au transport de force, à l'éclairage électrique, à la distribution d'électricité et aux usines centrales. L'emploi des courants alternatifs y tient une large place. Les méthodes de mesure indiquées sont celles qui sont faciles à employer dans l'industrie et qui ne réclament, pour la plupart, que des appareils d'un maniement relativement peu délicat.

De nombreuses figures explicatives sont intercalées dans le texte qui est, en même temps, parsemé de tableaux synoptiques très utiles à consulter.

Depuis quelques jours que nous possédons ce volume, nous avons eu l'occasion d'y faire rien qu'une recherche; mais nous avons eu le plaisir d'y rencontrer promptement le renseignement précis. C'est d'un bon augure.

Em. Dieudonné.

Digitized by Google

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Exposition universelle d'Anvers 1894. — *Comité d'électricité.* — Le Comité d'électricité a été installé officiellement. La séance était présidée par M. Rousseau, professeur à Bruxelles. Le Comité a procédé à la constitution de son bureau et s'est divisé en trois sections qui seront chargées d'assurer le service de l'électricité à l'Exposition.

1re SECTION. — *Applications scientifiques, appareils de mesure, etc.*

Président : M. Eric Gérard, ingénieur des télégraphes, directeur de l'Institut électro-technique, Liège.

Secrétaire : M. Le Clément de Saint-Marc, lieutenant du génie.

Membres : MM. Van Heurck, professeur-directeur du Jardin Botanique, Anvers ; Rousseau, professeur à l'Université de Bruxelles ; Champy, ingénieur-électricien ; A. Boulvin, ingénieur des télégraphes, à Bruxelles ; L. Gody, professeur à l'Ecole militaire et à l'Ecole de guerre ; Dupuydt.

2e SECTION. — *Applications industrielles, transports de force, production de l'électricité, éclairage.*

Président : M. Beliard, ingénieur.

Secrétaires : MM. Champy, ingénieur-électricien ; le baron Greindl.

Membres : MM. A. Boulvin, ingénieur des télégraphes, à Bruxelles ; Joostens, ingénieur-électricien à Anvers ; Alex. Wust, ingénieur-électricien, à Anvers ; Ern. Rosa, ingénieur-chimiste, à Anvers ; Drory, directeur de la Compagnie du gaz ; Van Wetter, lieutenant d'artillerie ; Mourlon, ingénieur à Bruxelles ; Nothomb, ingénieur à Bruxelles ; Verhoustraeten, ingénieur de la province d'Anvers ; Dupuydt ; Hanrard ; Bède, ingénieur civil, à Bruxelles ; Léon Gody, professeur à l'Ecole militaire et à l'Ecole de guerre ; Dery, ingénieur principal des chemins de fer de l'Etat, à Bruxelles ; Bika, inspecteur général des chemins de fer de l'Etat, à Bruxelles.

3e SECTION. — *Télégraphie, téléphonie*

Président : M. Banneux.

Secrétaire : M. A. Boulvin, ingénieur des télégraphes, à Bruxelles.

Membres : MM. Van den Nest, échevin à Anvers ; Mourlon, Bruxelles ; Van Wetter, lieutenant d'artillerie ; Nothomb, Bruxelles ; Tournay, Waffart, Delville, ingénieur des télégraphes, à Bruxelles ; Evrard, ingénieur en chef, directeur du service des télégraphes, à Bruxelles ; Lammens, capitaine du génie ; le commandant de la compagnie des télégraphistes de campagne ; de Cazenave, ingénieur civil, à Anvers.

Le Comité a choisi comme secrétaires MM. Léon Gody et Le Clément de Saint-Marc.

Le Comité a pris connaissance de deux propositions émanant l'une de M. Bède, l'autre de M. Mourlon, relatives à des modifications à introduire dans les procédés usuels des expositions de machines et de lumière électrique et les a renvoyées à l'examen de la 2e section.

Maintenant que le Comité est installé dans ses fonctions, en même temps que nous lui envoyons nos encouragements et nos vœux de succès, nous lui crions : A l'œuvre ! car la tâche est lourde.

Les enseignements — et on peut le dire aussi — les profits ultérieurs qui doivent découler d'une exposition d'électricité dépendent surtout des méthodes de classement et d'une organisation judicieuse des travaux.

Les personnalités marquantes qui figurent dans ce Comité, dont nous connaissons l'élévation d'esprit et la haute valeur scientifique, la présence de quelques-uns de nos anciens camarades d'école, dont la culture scientifique s'est doublée d'une expérience éclairée, nous sont tout autant de gages de la bonne direction qui sera imprimée à l'œuvre.

Nous exprimons cependant un regret, puisqu'il s'agit d'une section spéciale d'électricité, de ne pas voir dans les rangs des membres du Comité un plus grand nombre d'ingénieurs électriciens sortis de l'Institut électrotechnique de Liège. Il y en a quelques-uns déjà, mais ils ont un peu trop le caractère du fonctionnaire. Est-il trop tard pour ordonner l'adjonction de quelques... indépendants. Ce n'est pas un vieux ferment révolutionnaire qui m'incite à ainsi parler. Je suis de ceux qui estiment qu'il y a un grand avantage collectif à intéresser les jeunes aux travaux d'ordre scientifique et d'ordre industriel qui vont s'inaugurer à Anvers.

On m'accusera, peut-être, de collectiviste. Cette accusation m'émeut médiocrement. Je sors d'une période électorale où je me suis entendu appliquer des épithètes d'une bien autre envergure.

Quoi qu'il en soit, nous nous mettons à la disposition du Comité pour toutes les communications dont il voudra bien nous honorer au profit de l'œuvre commune. — D.

La mesure de la résistance d'isolement. — Un prix d'une valeur de 2 000 fr a été institué par la Société d'encouragement pour la construction d'un appareil ou la découverte d'un procédé industriel permettant de mesurer promptement la résistance d'isolement des diverses parties d'une installation électrique en cours de marche. Le prix sera décerné en 1895. — D.

Digitized by Google

Échos du Congrès des électriciens de Chicago. — Les journaux américains reproduisent les rapports des délégués à ce Congrès international. L'ohm, l'ampère, le volt, le coulomb, le farad, le joule, le watt et le henry ont été adoptés. Le Congrès recommande à plusieurs gouvernements représentés de les admettre formellement comme unités légales des mesures électriques. Un Comité désigné pour examiner l'étalon de lumière n'est pas parvenu à faire adopter ni la lampe von Hefner ni la lampe au pentane.

Le système de notations et de symboles proposé par M. Hospitalier n'est pas officiellement consacré. — D.

La locomotive électrique Heilmann. — Les essais institués ont, paraît-il, complètement réussi. Nous n'avons, pour aujourd'hui, aucun détail à fournir sur la marche du nouvel engin. Au surplus, nous avons hâte d'accueillir la bonne nouvelle du succès obtenu. M. Heilmann se convaincra qu'il nous a prêté, lors de la discussion qui s'est élevée entre nous, des sentiments qui n'étaient pas les nôtres. — D.

Appareil d'enregistrement des coups de foudre. — La maison Siemens et Halske a introduit récemment dans l'industrie un appareil destiné à enregistrer le nombre de coups de foudre dont un conducteur aurait été frappé. Il est de construction très simple : une boîte en fonte contient tout le mécanisme consistant en une simple barre de fer qui est aimantée par le courant traversant le conducteur et déviée contre l'action antagoniste d'un ressort et déplaçant une aiguille sur un cadran. Un arrêt à vis empêche la pièce mobile de se déplacer au-delà de la mesure convenable. Tout le mécanisme est fixé au couvercle de la boîte de façon à être facilement accessible, et la sensibilité est telle qu'il faut une intensité de courant momentané d'au moins 250 ampères pour mouvoir l'index. — D.

Une voiture d'ambulance mue électriquement. — C'est de Saint-Louis que nous arrive cette innovation. Cette ville avait déjà introduit sur son réseau de tramways électriques la voiture postale.

Le Dr Georges Homan, membre du Conseil d'hygiène et de santé de cette ville, se propose de substituer l'électricité aux chevaux dans le service de transports des malades et blessés dans les hôpitaux.

Les trois grands hôpitaux de Saint-Louis sont éloignés de quelques kilomètres du centre de la cité où est situé le dispensaire d'où se font toutes les expéditions de malades. Tous les hospices sont à proximité ou même directement sur une ligne du réseau de tramways de Saint-Louis, et cette situation territoriale a été la considération qui a déterminé l'emploi dans le but proposé des véhicules remorqués électriquement. Bien entendu, le transport s'accomplira en voiture spéciale dont la caisse sera suspendue sur des ressorts spéciaux pour que le trajet se fasse sans secousses. — D.

Les Annales de physique et de chimie sous la direction du prof. G. Wiedemann. — Cette publication importante et d'une haute saveur scientifique compte un siècle d'existence. Elle fu commencée en 1790 à Leipzig, par l'éditeur Johann Ambrosius Barth, dont le successeur actuel est Arthus Meiner. Elles furent d'abord dirigées par A.-C. Gren, poursuivies ensuite par L.-W. Gilbert jusqu'en 1824 et J.-C Poggendorf jusqu'en 1877. A partir de cette époque, le prof. G. Wiedemann en prit la direction. Le fascicule qui vient de paraître est orné d'un magnifique portrait de son rédacteur et lui est entièrement consacré par l'éditeur.

H.-V. Helmholtz, le coéditeur des *Annales* caractérise, au cours d'une longue esquisse biographique de son ami, les services que cette publication a rendus aux sciences physiques. — D.

Éducation des conducteurs de voitures électriques. — Les directeurs de tramways électriques ont compris l'importance d'un bon entraînement du personnel chargé de commander les moteurs électriques. Le premier conducteur venu peut ne pas convenir. Il faut tout d'abord que le titulaire soit intelligent pour comprendre le mode de fonctionnement des appareils dont la manœuvre lui est confiée, qu'il s'assimile facilement les règles qui régissent la marche des appareils. En outre, au poste de confiance qui lui est dévolu il faut faire preuve de sang-froid et d'empire sur soi-même. Toutes ces qualités ne sont acquises qu'au cours d'une assez longue éducation et d'un entraînement méthodique. — D.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 144 30 Septembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES VOLTMÈTRES ET AMPÈREMÈTRES A PIÈCES DE FER DOUX

Les appareils industriels de mesures électriques, voltmètres et ampèremètres, destinés à être montés sur les tableaux de machines dynamos, peuvent être classés sous les chefs suivants :

a. Galvanomètres genre d'Arsonval, à cadre mobile et aimant permanent ;

b. Électrodynamomètres ;

c. Galvanomètres thermiques du genre Cardew, basés sur l'échauffement d'un conducteur par le courant ;

d. Galvanomètres basés sur l'action du courant sur une pièce de fer doux polarisée par un aimant permanent ;

e. Galvanomètres basés sur l'action du courant sur une ou plusieurs pièces de fer doux ;

f. Électromètres.

Ces derniers appareils sont d'un usage très restreint, ils n'ont jamais été appliqués qu'à la construction des voltmètres et leur emploi n'est justifié que lorsqu'il s'agit des tensions les plus élevées utilisées dans l'industrie.

Il serait très intéressant d'étudier successivement les qualités et les défauts propres à ces différentes classes d'appareils. Mais cette étude nous entraînerait bien loin ; nous nous bornerons pour aujourd'hui à donner le résultat de nos expériences sur divers appareils basés sur l'action du courant sur une ou plusieurs pièces de fer doux.

Dans ces dernières années, ces appareils se sont extrêmement multipliés et il en existe un nombre infini de modèles ; ils se prêtent, en effet, très bien à une construction tout à fait économique et robuste ; en utilisant la gravité comme force antagoniste, on peut même se flatter de n'avoir à craindre aucun déréglage ni aucune variation avec le temps.

Malheureusement, ces avantages sont compensés par trois inconvénients très sérieux qui en font plutôt des indicateurs que de véritables appareils de mesure. Ces inconvénients sont le manque de sensibilité, une sensibilité exagérée aux influences extérieures, enfin la variation de leurs indications suivant le régime du courant qui les traverse, par suite de l'hystérésis du fer.

Nous nous occuperons particulièrement de ce dernier défaut, qui donne lieu aux erreurs les plus graves dans les indications.

Quand nous disons que ces appareils manquent de sensibilité, il faut s'entendre ; on peut les rendre très sensibles, mais alors on est dans des conditions déplorables aux deux autres points de vue et, de plus, la loi des déviations ou déplacements, qui est alors en gros celle des carrés des ampères-tours, ne permet pas de réaliser des graduations pratiques, surtout pour les ampèremètres.

Pour diminuer un peu les effets d'hystérésis, il faut que la partie utile de la graduation corresponde à des champs relativement intenses ; la même condition est nécessaire pour réduire les effets des champs magnétiques extérieurs. Or, pour obtenir des champs intenses, il faut un grand nombre d'ampères-tours, autrement dit il faut dépenser une énergie notable, d'où une erreur due à l'échauffement du conducteur dans les voltmètres. Dans ce dernier cas, on peut se demander s'il vaut mieux chercher à concentrer autour du

Digitized by Google

ou des noyaux de fer le plus grand nombre possible d'ampères-tours avec le moindre échauffement, c'est-à-dire s'il faut faire le bobinage avec du fil de cuivre en ajoutant un rhéostat en fils de maillechort pour arriver à la résistance convenable ; ou, au contraire, s'il faut profiter de tout le fil pour créer le champ utile. Nous avons vu les deux solutions et, somme toute, nous préférons la première, tant qu'on n'aura pas trouvé un alliage pratique à coefficient de température négligeable.

Avant de donner les résultats d'expériences relatives aux erreurs d'hystérésis et de température, il nous paraît utile, pour fixer les idées, d'établir une classification sommaire des appareils qui nous occupent. On peut les diviser en trois ou quatre classes assez définies au point de vue des effets électromagnétiques :

1° Solénoïde attirant un noyau de fer parallèlement à son axe. Exemples : ampèremètre Bréguet, appareils de Kolhrausch, etc. ;

2° Bobine orientant une palette mobile autour d'un axe de rotation perpendiculaire à l'axe de la bobine ou des bobines, de manière à amener la plus grande dimension de la palette dans la direction de cet axe. Exemples : appareils Carpentier (nouveau modèle), etc. ;

3° Bobine aimantant dans le même sens deux pièces de fer doux placées parallèlement à l'axe de la bobine, la pièce mobile effectuant une rotation autour d'un axe parallèle au premier. Exemples : les appareils Richard, Hartmann et Braun, Desruelles, etc.

A ces trois classes qui sont assez bien définies et caractérisées par le fait que le champ magnétique des bobines est très ouvert, les lignes de force n'ayant qu'une faible partie de leur parcours dans du fer, on peut ajouter encore une classe d'appareils dans lesquels, au contraire, le circuit magnétique est presque entièrement constitué par du fer fixe, une pièce de fer mobile, palette ou noyau, fermant plus ou moins ce circuit suivant sa position. Dans ces derniers appareils, l'hystérésis joue un tel rôle qu'il ne faut pas songer à les laisser en circuit ; ils ne donnent des indications à peu près convenables que si l'on a la précaution à chaque lecture de rompre le courant.

Cette influence de l'hystérésis dans tous ces appareils est assez bien connue des constructeurs et de ceux qui se servent de ces appareils ; cependant nous croyons qu'on se fait encore des illusions sur la précision de leurs indications.

Pour bien mettre en jeu cette propriété funeste de l'hystérésis, il faut faire les mesures en graduant le courant ou le voltage d'une manière très continue ; c'est, en réalité, de cette manière que cela se passe en pratique pour les voltmètres, les seuls appareils dont l'exactitude importe, au fond, car les ampèremètres de tableau ne sont guère que des indicateurs de charge.

Si certains constructeurs conservent encore certaines illusions à ce sujet, cela peut venir de ce qu'ils effectuent leur étalonnage en opérant par des variations relativement discontinues des volts aux bornes.

Les résultats suivants ont été obtenus dans les conditions les plus défavorables en insérant dans le circuit des résistances croissantes ou décroissantes représentées par des rhéostats à liquide ou des piles de charbon soumis à des pressions variables [1].

Dans l'un des appareils essayés, nous verrons quel est l'effet d'un renversement du sens du courant. Quelques constructeurs ont commencé, avec raison, à indiquer, dans les appareils à courant continu, le sens des pôles ; c'est une habitude à généraliser. Une fois polarisée à fond dans un sens, une pièce de fer a, en effet, une aimantation beaucoup mieux définie que si on lui fait subir un cycle complet ; c'est dans ces conditions que ces appareils doivent être étalonnés. Un observateur novice pourrait se tromper gravement

[1] Dans les mesures qui suivent on a évité de faire entrer en ligne de compte la paresse des équipages causée par le frottement des pivots ou pointes ; il suffit de donner en chaque point une oscillation à l'équipage par une variation infinitésimale du courant dans les deux sens.

Digitized by Google

sur la valeur des indications d'un appareil de ce genre, en ne prenant pas la précaution d'appliquer le voltage ou le débit maximum indiqué sur l'échelle avant de vérifier les autres points.

Les essais qui suivent ont été effectués sur divers appareils industriels que nous estimons être parmi les meilleurs de ce genre ; nous les désignerons par de simples lettres de référence, pour des raisons faciles à comprendre. Comme nous n'avions pas sous la main d'appareil à solénoïde et noyau, nous en avons monté un pour nous fixer sur les mérites respectifs de chaque type ; mais il est fort possible qu'on puisse mieux faire dans cette direction.

1° *Appareil à solénoïde et noyau de fer* M (tube mince). — Comme nous l'avons dit, il s'agit d'un appareil d'essai. La bobine avait une longueur de 6 cm et un diamètre de 4 cm. Le noyau était de même longueur que la bobine et y pénétrait de moitié à l'origine. Les déplacements étaient très limités, 6 à 7 mm, et étaient amplifiés par un dispositif n'introduisant pas de retard mécanique dû à des frottements (condition à vérifier dans des essais de ce genre, car les frottements faussent les résultats dans le même sens que l'hystérésis).

Les conditions d'expérience sont caractérisées par une force magnétomotrice maximum d'environ 900 ampères-tours ; en calculant le champ magnétique au milieu par une formule approchée on trouve une valeur maximum de 180 C. G. S.

Le tableau suivant montre comment varient les indications quand, après avoir aimanté à fond le noyau, on part de zéro en montant graduellement jusqu'au maximum et en redescendant. La colonne marquée ε indique la différence, en pour cent de la moyenne, des valeurs du courant pour une même déviation ; ce serait le double de l'erreur que l'on ferait avec un appareil de ce genre étalonné dans les meilleures conditions, c'est-à-dire en prenant la courbe moyenne.

Intensité i	Déviation	ε'
0,53	6°,5	7 0/0 $\left(\frac{0.530 - 0,495}{\frac{0.530 + 0,495}{2}}\right)$
0,80	15	4,5 —
1,06	25	4,2 —
1,37	40	3 —
1,91	65	
1,33	40	
1,015	25	
0,765	15	
0,495	6,5	

Un voltmètre, dans ces conditions, donnerait donc au moins des erreurs de 2,25 0/0 à la moitié de l'échelle, à 65 volts par exemple, s'il était gradué jusqu'à 130 volts.

2° *Voltmètre à palette orientée* C. — C'est un appareil à gravité, bobiné avec du fil de cuivre et muni d'un rhéostat en maillechort. La déviation totale ne dépasse pas 55 degrés ; c'est l'inconvénient de ce dispositif, le meilleur peut-être au point de vue de l'hystérésis. Avec une résistance totale de 3 500 ohms, l'erreur maximum de température, c'est-à-dire la différence entre l'indication à froid et l'indication après un temps indéfini, et avec le voltage maximum, est égale à 1,7 0/0[2].

[1] Les résultats sont beaucoup plus favorables à tous les points de vue quand on augmente la force antagoniste (ressorts-lames) et qu'on opère avec des courants plus intenses. Mais on est limité par la condition d'échauffement. Il faut remarquer que la graduation ci-dessus, qui serait très bonne pour un voltmètre, serait détestable pour un ampèremètre ; il n'y a pas de sensibilité à l'origine.

[2] Elle est évidemment égale à la variation de résistance à froid et à chaud.

Digitized by Google

Dans le tableau ci-dessous, la colonne ε indique la variation en pour cent des volts nécessaires pour ramener à une même indication, en montant et en descendant. En parcourant ces chiffres, on se rendra compte en même temps des erreurs absolues de l'étalonnage.

Voltage vrai	Indications de l'appareil	Erreur absolue	ε
48	50	4 0/0	3,2 0/0 $\frac{48 - 46,5}{47}$
69,0	70	1,4 —	0,7 —
100	100	0 —	0,2 —
120,5	120	0,4 —	0 —
131	130	0,75 —	
120,5	120	0,4 —	
99,8	100	0,2 —	
68,5	70	2 —	
46,5	50	7 —	

C'est le meilleur résultat que nous ayons observé ; les différences dues à l'hystérésis n'atteignent pas 1 0/0 à partir de la moitié de l'échelle. Si cependant on opérait en retournant les pôles, après être redescendu à zéro, les erreurs seraient beaucoup plus considérables.

Voltage vrai	Indications C	Erreurs absolues
50	46	8 0/0
73	69	5,7 —
100	96	4 —
123,5	120	2,9 —
132	130	1,5 —

3° *Voltmètre avec deux pièces de fer agissant par répulsion.* — Ce dispositif permet d'obtenir des déviations plus considérables ; avec des appareils à gravité on ne peut naturellement pas atteindre 90 degrés, puisqu'alors le couple résistant devient constant, mais avec un ressort antagoniste on peut faire un angle presque double. Malheureusement cet avantage est contrebalancé par une hystérésis incomparablement plus forte.

Voltmètre R. — Appareil à gravité, répulsion de deux cylindres de fer doux, bobine entièrement en fil de maillechort, avec une résistance à froid de 2 620 ohms ; l'erreur maximum due à l'échauffement atteint 3 0/0.

Volts vrais	Indications de l'appareil	Erreur absolue	ε
48	48,5	1 0/0	8 0/0
60	60	0 —	5 —
100	99	1 —	4,5 —
110	108	2 —	3 —
120	118,5	1,25 —	—
107	108	1 —	
96,5	99	2,5 —	
57	60	5 —	
44,7	48,5	8 —	

A la moitié de l'échelle les différences dues à l'hystérésis atteignent encore 5 0/0 suivant le sens de la variation du voltage. Un ampèremètre du même système a donné des résultats analogues : la force magnétomotrice maximum était de 630 ampères-tours, avec un champ maximum inférieur à 170 C. G. S.

Voltmètre H-B (marque allemande). — Nous avons encore essayé un appareil appar-

Digitized by Google

tenant à la même classe, mais avec des pièces de fer doux d'une forme assez compliquée. Les résultats ne sont pas très différents et cette complication ne paraît pas justifiée.

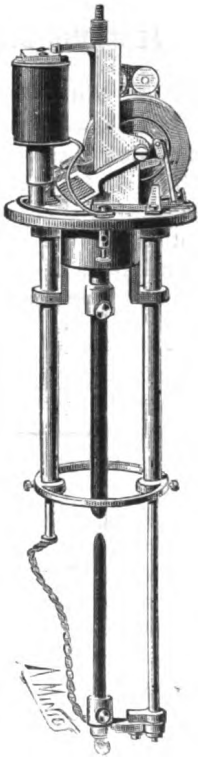
Volts vrais	Indications	Erreur absolue	ε
48	49	2 0/0	9 0/0
60	62	3,4 —	3,7 —
100	101	1 —	2,5 —
120	122	1,7 —	—
97,5	101	3,5 —	
57,7	62	7,1 —	
43,7	49	11	

Comme on le voit, la préférence que nous avons marquée en faveur des deux premières formes est justifiée. Si nous ajoutons pour terminer qu'aucun de ces appareils ne peut servir indifféremment pour courant continu et courant alternatif (les différences pour des fréquences voisines de 100 atteignent de 3 à 7 0/0), on admettra avec nous que ces appareils, très appropriés pour certains emplois, ne peuvent dispenser d'avoir des instruments de mesure plus sérieux dans tous les cas où il y a une véritable mesure à effectuer.

Dans une étude subséquente, nous ferons quelques remarques sur les appareils similaires employés pour le courant alternatif. E. MEYLAN.

LAMPE A ARC PROGRÈS

Nous avons eu dernièrement entre les mains un nouveau type de lampe à arc qui, à défaut d'une grande originalité dans les organes qui la composent, se recommande, du moins, par sa construction robuste et la simplicité mécanique des pièces qu'elle renferme. Les résultats que nous avons obtenus dans les essais ont été fort satisfaisants et nous croyons ce nouveau régulateur appelé à un succès assez grand, eu égard surtout au bas prix auquel il peut être établi.



La figure ci-contre permet de se rendre compte, d'un seul coup d'œil, de l'ensemble du mécanisme. Deux électros recouverts de fil fin, en dérivation aux deux bornes de la lampe, servent à la fois à l'allumage et au réglage de l'arc. L'armature mobile de ces électros est pivotée folle autour de l'axe d'un volant dont l'inertie est assez considérable. Un double sabot placé dans un évidement circulaire du volant est articulé de telle façon que ses deux parties se rapprochent ou s'éloignent de la jante interne du volant selon le sens dans lequel marche l'armature.

Lorsque l'armature se soulève, les sabots se rapprochant l'un de l'autre laissent librement tourner le volant; ils s'écartent, au contraire, et viennent coincer le volant, dont ils deviennent alors solidaires, quand l'armature redescend.

Le porte-charbon supérieur est formé par une lourde masse de fonte suspendue par une chaînette, laquelle, après avoir passé sur une roue dentée faisant corps avec l'axe du volant, puis sur des galets de renvoi, vient se fixer à la tige du porte-charbon inférieur. Le poids du porte-charbon supérieur tend constamment à entraîner le volant dans le sens voulu pour rapprocher les crayons, mais le coincement des sabots à l'intérieur du volant empêche tout mouvement de celui-ci quand l'armature est au bas de sa course; les charbons restent par suite écartés tant que le courant ne passe pas.

Digitized by Google

L'interrupteur ayant été fermé, les électros en dérivation attirent leur armature et les sabots abandonnent le volant; celui-ci entraîné par le poids du porte-charbon supérieur défile et les charbons arrivent au contact; l'armature de l'électro retombe alors par son propre poids et les sabots, revenant coincer le volant, l'entraînent avec eux dans leur mouvement de rotation, écartant ainsi les charbons et faisant jaillir l'arc.

Le charbon s'usant, la différence de potentiel aux bornes augmente et à un moment donné l'armature est à nouveau attirée, le volant défile de nouveau d'une quantité suffisante pour ramener l'arc à sa longueur normale.

Le frottement des sabots et de la roue est très sûr, le métal employé étant du métal antifriction et le coincement des sabots étant très énergique.

En somme, nous retrouvons là en principe le mécanisme d'une lampe qui a déjà fait ses preuves, la lampe Brianne, mais le défaut dû à la denture de celle-ci a été habilement supprimé par l'emploi du frein à double sabot de friction, qui existe déjà dans les lampes de MM. Sautter, Harlé et Cie.

Le corps même de la lampe Progrès n'a rien de bien particulier, les porte-charbons sont solides et bien compris; les tiges soigneusement nickelées semblent devoir rester longtemps en état sans dérangement dans le fonctionnement; enfin la lampe que nous venons de décrire nous semble un bon modèle à employer dans les ateliers et les endroits où des organes délicats ne sauraient fonctionner.

M. Leroy.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 septembre 1893

Des observations magnétiques récemment faites en Russie, par M. Vénukoff. — Deux séries de travaux sur le magnétisme terrestre, récemment effectués en Russie, sont dignes de l'attention du monde savant; d'une part, la détermination des éléments magnétiques dans l'Asie centrale; d'autre part, les études sur les variations locales du magnétisme terrestre dans les différentes parties de la Russie d'Europe.

Les observations asiatiques appartiennent toutes à M. Schwartz, de l'observatoire astronomique de Tachkent; elles ont été exécutées par lui pendant les années 1877-1886. En voici quelques résultats, rapportés par l'auteur au 1er janvier 1890:

Longitude N.	Longitude E. de Greenwich	Noms des lieux d'observations.	Déclinaison occidentale	Inclinaison.	Intensité horizontale; Unités de Gauss.
45°11'	82°17'	Kaptagaï	7°21'	62°10'	2,525
44.11	80.45	Tchin-tcha-go-dzi (Dzoung.)	7. 4	61. 5	2,573
43.55	81.18	Kouldja (Dzoungarie)	6 38	60.52	2,587
43.31	77.42	Malovodnoé	6.36	59.55	2,631
42.44	80.31	Mouzart	6.10	59.14	2,687
41.20	69.18	Tachkent	5.43	57. 9	2,697
40.54	68.43	Tchinaz	5.30	56.25	2,741
40.32	72.47	Och	5.43	56. 4	2,785
40.24	71.47	Marghélan	5.36	55.46	2,819
40.17	60.37	Khodjent	5.18	55.48	2,801
40. 7	67.50	Djizak	5. 9	55.15	2,796
39.41	73.52	Ichkertam	5.37	55.10	2,848
39.39	66.58	Samarkand	5. 1	55 44	2,815
39. 3	66.49	Chaar (Boukhara)	4.47	53.57	2,843
39. 1	70.24	Garm (Boukhara)	5. 8	54.12	2,877
38.52	65.47	Karchi (Boukhara)	4.41	53.39	2,846
38.35	68 48	Duchambé (Boukhara)	4.59	53.34	2,882
37.54	69.47	Kouliab (Boukhara)	5. 1	52.40	2,917
37. 6	70.35	Badakchan (Afghanistan)	4 25	51.54	2,964
36.42	67. 8	Marar-i-Chérif (Afghan.)	3.58	50.55	2,984

Digitized by Google

M. Vénukoff n'indique que vingt points d'observation, distribués entre 36° 42′ et 45° 11′ de latitude et 65° 47′ et 82° 17′ de longitude E. de Greenwich ; mais le nombre total des points où M. Schwartz a étudié le magnétisme terrestre dépasse une centaine ; ces points sont, d'ailleurs, contenus dans le même cadre de méridiens et de parallèles que les précédents. Toutes ces données expérimentales prouvent que la carte de lignes isogones, insérée dans le *Physicalischer Atlas* de Berghauss, n'est pas exacte pour l'Asie centrale ; en particulier, les degrés de la déclinaison acceptés, théoriquement, par le géographe allemand sont trop grands.

Dans la Russie d'Europe, qui possède déjà depuis plusieurs années des cartes magnétiques de M. de Tillo, on s'est préoccupé dernièrement de l'étude des variations locales du magnétisme terrestre. Sur l'insistance du général de Tillo, un observateur fut envoyé aux environs de Belgorod, où il a trouvé d'énormes déviations de la boussole ; ces déviations s'étendaient parfois jusqu'à 180 degrés, sur un espace de quelques dizaines de kilomètres carrés. On a, par conséquent, découvert une espèce de petit pôle magnétique, tout à fait local. Mais les résultats définitifs de cette expédition ne sont pas encore connus. Au contraire, voici un fait exact de variations de la boussole, observé dans la province de Grodno ; on y a trouvé qu'en certains endroits la déclinaison magnétique change de 10 degrés sur une distance de 21 km, ce qui est en désaccord complet avec la loi générale pour le pays où les lignes isogones sont ordinairement parallèles entre elles, et passent à la distance de 100 km l'une de l'autre. Dans le delta de la Néva, c'est-à-dire à Saint-Pétersbourg même et dans les environs, en observant la boussole, on a trouvé que, par exemple, la forteresse de Saint-Pierre-et-Paul fait dévier l'aiguille aimantée de 10 degrés, certainement parce qu'une masse considérable de fer y est déposée (canons, projectiles, etc.)

Une pile piézo-électrique, par lord Kelvin

A la réunion de la « British Association » qui vient d'avoir lieu dernièrement, lord Kelvin a présenté un appareil qui offre une curieuse propriété qui n'avait guère été qu'entrevue jusqu'ici, mais jamais avec des résultats aussi nets. Il s'agit d'une pile constituée par des couples métalliques et qui donne une quantité définie d'électricité quand on la soumet à une pression définie. C'est tout à fait l'analogue des quartz piézo-électriques de M. Curie.

La pile de lord Kelvin consiste en 24 couples zinc-cuivre, soudés entre eux. Chaque lame consiste en un carré de 8 cm de côté et on a enlevé sur chaque plaque de zinc les quatre coins, de manière à découvrir une surface d'un demi-centimètre de cuivre.

On sépare les couples en les posant sur de petites pièces d'ébonite qui reposent sur les parties de cuivre ainsi découvertes et qui, par conséquent, ne touchent pas les zincs. L'espace d'air ainsi ménagé entre les cuivres et zincs successifs peut avoir une épaisseur quelconque, depuis un demi-millimètre jusqu'à 3 ou 4 mm.

Pour observer la production de l'électricité par la pression, on relie les deux plaques extrêmes à un électromètre à quadrant, en ayant soin de les relier d'abord métalliquement pour éviter une charge accidentelle. Si, après avoir rompu cette communication, on laisse tomber d'une hauteur de quelques millimètres un poids de quelques kilogrammes sur la plaque supérieure, on voit immédiatement l'aiguille de l'électromètre dévier et conserver ensuite une déflection déterminée, si l'isolation des petits supports d'ébonite est suffisante.

Si les plaques de zinc sont disposées au-dessus des cuivres, c'est l'électricité positive qui s'y porte.

Nous attendons avec intérêt une communication subséquente sur ce curieux phénomène.

E. M.

Expérience sur les dépôts électrochimiques, par le Dr Oettel[1]

M. Oettel poursuit ses recherches sur les phénomènes de dépôts électrochimiques. Il a étudié, en particulier, les conditions dans lesquelles se trouve une électrode auxiliaire placée entre les électrodes principales dans un voltamètre à cuivre.

Pour une électrode auxiliaire de 86 × 131 mm, un peu plus petite que l'anode et la cathode, il a trouvé qu'il y avait dépôt du côté de l'anode et dissolution du côté de la cathode, la quantité dissoute surpassant légèrement la quantité déposée, à peu près dans les mêmes proportions qu'aux électrodes principales. La différence provient de ce que les électrodes n'étaient pas en cuivre pur, mais contenaient 20 0/00 d'impuretés.

Le dépôt sur l'électrode auxiliaire atteignait 87 0/0 du dépôt à la cathode. Ce rapport dépend des conditions suivantes :

[1] *Chemiker Zeitung.*

Digitized by Google

a. Les dimensions relatives de l'électrode auxiliaire et des électrodes principales ;

b. Les dimensions absolues des électrodes ; le cuivre tendant davantage à se déposer sur les bords, le rapport augmente quand les plaques sont plus petites.

Comme le fait remarquer notre confrère l'*Electrician*, le phénomène n'est pas nouveau et il est appliqué dans plusieurs méthodes de raffinage du cuivre employées aux États-Unis. Le même principe se retrouve, si nous ne nous trompons, dans des compteurs électrochimiques à rotation continue.

E. M.

La force motrice par le gaz, par J. Emerson Dowson

Dans une communication faite au dernier Congrès de l'*Incorporated Gas Institute* de Londres, M. Dowson a traité cette importante question. Nous empruntons à la traduction de ce mémoire, publiée par le *Journal du Gaz et de l'Electricité*, les renseignements qui suivent et qui présentent un grand intérêt pour les électriciens.

M. Dowson nous apprend qu'actuellement, dans la Grande-Bretagne seulement, les moteurs à gaz vendus représentent environ 50 000 chevaux. En supposant que la moitié seulement de cette force soit produite pendant mille heures par an, cela représente une consommation d'environ 6 000 millions de pieds cubes de gaz par an (170 millions de mètres cubes).

Il fait ressortir ensuite les avantages que présente l'emploi des moteurs à gaz. Il n'y a plus besoin, dit-il, d'espace pour la chaudière ; la cheminée est supprimée ; par suite, plus de réparation et d'assurance pour la chaudière, plus de cendres et de mâchefers à enlever et plus de chauffeur à payer. En outre, le moteur à gaz peut être arrêté et mis en marche en une minute et il n'y a pas de perte de combustible durant les périodes d'arrêt. En fait, lorsqu'un moteur fonctionne avec du gaz pris sur les conduites d'une ville, les conditions de fonctionnement sont presque idéales, car on a un combustible puissant, propre, toujours à discrétion et en quantité toujours assez considérable pour suffire à tous les besoins.

Ces divers avantages ont conduit au développement de l'emploi du moteur à gaz, mais, d'autre part, ce développement a été singulièrement retardé parce que, la plupart du temps, le prix du combustible étant trop élevé rend la force motrice produite par le gaz plus chère que celle produite par la vapeur. Les constructeurs de moteurs à gaz sont en fait obligés d'admettre que, lorsque dans une ville le gaz coûte plus de 0,13 fr le mètre cube, le prix de marche d'un moteur à gaz de plus de 14 chevaux dépasse celui d'une machine à vapeur de même puissance sous les conditions ordinaires de marche normale. Si, cependant, le prix du mètre cube de gaz descendait à 0,07 fr le mètre cube, le résultat serait tout différent, même dans les localités où la houille est à bon marché.

Comme on le sait, le rendement d'un moteur soit à gaz, soit à vapeur, dépend principalement de la quantité d'énergie calorifique du combustible qui est transformée en travail ; il dépend aussi en grande partie de la différence entre les pressions et les températures initiales et finales développées dans le cylindre, et c'est précisément par suite de ce principe généralement reconnu que les machines à vapeur modernes marchent toutes à haute pression.

Dans les moteurs à gaz, la pression initiale est presque double de la pression généralement adoptée dans les machines à vapeur et, par suite, on voit le grand avantage que présente le moteur à gaz. De plus, dans les machines à vapeur, la vapeur doit être produite dans des chaudières indépendantes, et celles-ci doivent être suffisamment grandes pour fournir toute la vapeur nécessaire et maintenir encore une certaine réserve.

Toute la vapeur doit être comprimée dans la chaudière à la pression voulue, et ainsi sous pression, cette vapeur doit être envoyée à la machine, ce qui entraîne une perte considérable par fuites et par condensation.

Dans le moteur à gaz, le fluide travaillant peut entrer dans le cylindre avec peu ou pas de pression, au-dessus de la pression atmosphérique, et si le gaz est refroidi en chemin depuis le gazomètre jusqu'à la machine, c'est un avantage, car chaque charge de gaz qui entre au cylindre est plus dense et, par conséquent, pour un volume donné on a une plus grande quantité d'énergie disponible.

Le mélange dans le cylindre est comprimé par la machine elle-même et, lorsque la charge est enflammée, il y a un grand développement de chaleur et, par conséquent, de pression.

La difficulté, en vérité, est moins de produire une forte pression initiale que d'éviter qu'elle ne soit trop élevée.

Le professeur Kennedy a montré récemment, dans une communication faite à l'*Institution Royale*, que le moteur à vapeur ne peut, en

Digitized by Google

aucun cas, convertir en travail plus de 30 0/0 de l'énergie calorifique entrant dans la machine, que le moteur à air chaud transforme 50 0/0 de cette énergie et le moteur à gaz 80 0/0.

En pratique, un moteur à vapeur du meilleur type transforme en énergie dynamique environ 10 0/0 et le meilleur moteur à gaz environ 25 0/0 de l'énergie calorifique dépensée.

Le moteur à gaz est donc bien supérieur au moteur à vapeur comme rendement et, ce qui est beaucoup plus important, il est susceptible de très grands perfectionnements.

En ce qui touche le prix de vente du gaz, M. Dowson est d'avis que les Compagnies du gaz trouveraient un avantage considérable, dans la plupart des cas, à livrer à un prix notablement inférieur le gaz destiné spécialement à la force motrice et même, dans ce but, à installer une canalisation spéciale.

Ce système est appliqué en Angleterre dans certaines villes, mais, à l'exception de Sunderland et de quelques autres villes, le prix du gaz est encore trop élevé. En Allemagne, dans la plupart des grandes villes on a fait de plus grandes concessions et la réduction de prix varie de 20 à 47 0/0.

Il est à souhaiter que le prix si élevé du gaz ne soit pas maintenu lorsque ce gaz est destiné à produire la force motrice, et les Compagnies ont là une question très importante à étudier, étant donné le rôle que le moteur à gaz est destiné à jouer dans la production de l'éclairage électrique.

Une des sources de perte dans les stations centrales d'électricité où l'on emploie la vapeur comme force motrice est la consommation de combustible pendant les heures d'arrêt; cette perte est d'environ 10 0/0 du combustible consommé dans les stations centrales de M. Kennedy et de M. Crompton à Londres. Dans d'autres villes cette perte est encore plus élevée.

En employant des moteurs à gaz alimentés par le gaz de la ville on économiserait complètement cette perte de combustible et on réaliserait de plus une économie proportionnelle dans les salaires et autres dépenses diverses; en outre, on aurait la certitude d'avoir toujours un ample approvisionnement de combustible, car les gazomètres constituent un magasin considérable. Ce sujet est actuellement discuté très sérieusement par les ingénieurs électriciens, et, comme le Prof. Forbes l'a fait remarquer dernièrement à l'Institution des Ingénieurs civils: « Les ingénieurs électriciens sont actuellement appelés à considérer s'il ne serait pas plus avantageux d'employer les moteurs à gaz pour répartir la force dans des sous-stations plutôt que de perdre de l'argent par l'emploi des feeders. »

M. James Swinburne fut un des premiers à préconiser l'emploi des moteurs à gaz pour les stations centrales d'électricité et, dans le cas de Belfast, le professeur Kennedy a démontré qu'il y avait avantage.

L'intérêt des compagnies de gaz n'est cependant pas limité à l'emploi du gaz, elles doivent aussi se préoccuper de trouver sur le marché un débouché pour leur coke.

Le coke ne convient guère pour le chauffage des générateurs à vapeur, mais il peut être converti en gaz dans l'appareil inventé par M. Dowson et ce gaz peut être utilisé pour alimenter les moteurs.

Le meilleur combustible pour le générateur Dowson est certainement l'anthracite, car il forme un feu ramassé, ne s'écrase pas, contient peu de soufre et fait peu de mâchefer. Mais, pour que le moteur à gaz puisse lutter avantageusement avec le moteur à vapeur, il faut renoncer à l'emploi de ce combustible partout où il ne peut lutter comme prix avec la houille ordinaire; dans ce cas, il est plus avantageux d'utiliser le coke du gaz.

On peut objecter que, le nombre de moteurs à gaz de petite et moyenne puissance augmentant sans cesse, la production du gaz devra augmenter en conséquence et, par suite, le stock de coke suivra la même progression. M. Dowson trouve que cette difficulté peut être vaincue en convertissant le coke en gaz pauvre dans le générateur de son système, ce gaz servant à alimenter les moteurs à gaz trop puissants pour utiliser le gaz de houille.

Durant ces quatre ou cinq dernières années, les moteurs à gaz ont été grandement améliorés et simplifiés : la consommation de gaz par cheval a été sensiblement réduite; il n'y a plus à craindre de dérangements provenant des tiroirs; les inconvénients dus à l'échappement ont été annulés, ce qui est très important dans les moteurs puissants; la mise en route se fait facilement; en un mot, on a supprimé presque tous les inconvénients que présentaient les anciens moteurs.

Aujourd'hui que les moteurs de grande puissance commencent à être employés, il y a certains points particuliers qui doivent attirer l'attention. Tout d'abord, on sait que dans un moteur à gaz il est impossible d'augmenter la puissance développée au-delà d'un certain maximum sans augmenter la vitesse: par conséquent,

Digitized by Google

dans une usine où la force employée varie considérablement, il faut avoir la précaution de prendre un moteur plus puissant, car il faut se rappeler qu'on n'a pas la même élasticité qu'avec un moteur à vapeur. Il y a lieu également de remarquer que les moteurs de grande puissance ne peuvent pas fonctionner économiquement avec le gaz de houille et qu'il est bien préférable de les alimenter avec du gaz pauvre.

Le gaz pauvre, fabriqué au générateur Dowson, varie forcément un peu en qualité par suite des diverses conditions du foyer et des variations de pression de la vapeur dans l'injecteur; on doit également tenir compte de la négligence possible des chauffeurs de l'appareil. Jusqu'à un certain point, ces différences de qualité peuvent s'équilibrer par la diffusion du gaz dans le gazomètre, mais pour les moteurs de grande puissance cette uniformité de qualité n'est pas indispensable.

Il faut environ 2,26 mètres cubes de gaz pauvre, préparé à l'aide du coke, par cheval et par heure, de telle sorte que 100 chevaux indiqués de force nécessiteront environ 226 mètres cubes à l'heure. Il est bien évident que la difficulté d'épuration et de refroidissement d'un pareil volume de gaz, consommé aussitôt sa fabrication, est suffisante, sans encore y ajouter l'installation coûteuse d'un gazomètre de grandes dimensions.

En pratique, avec une bonne installation, on ne doit pas avoir besoin, pour un moteur à gaz, d'un emmagasinement de gaz pauvre plus important que celui de la vapeur pour un moteur à vapeur. M. Dowson est, du reste, arrivé à ce résultat et, dans ses installations, le gazomètre pour un moteur de 100 chevaux indiqués a 2,43 m de diamètre sur 2,43 m de hauteur et contient seulement 11,32 mètres cubes de gaz.

Le fonctionnement est satisfaisant, mais il est nécessaire que le gaz pauvre ne soit pas dilué dans le cylindre avec les produits de la combustion précédente et qu'on n'introduise pas dans le gaz plus d'air qu'il n'est nécessaire pour la complète combustion de la charge. Il est du reste généralement admis que l'entraînement des produits de la combustion doit avoir lieu en principe, et que la question à étudier consiste à opérer cette extraction par un bon moyen mécanique.

En résumé, l'extraction de ces produits de la combustion présente les avantages suivants :

1° L'inflammation de la charge est beaucoup plus rapide et la combustion est plus complète;

2° Il se produit une perte de force moins considérable lorsque la qualité du gaz n'est pas supérieure;

3° On évite presque complètement les inconvénients provenant des pré-ignitions et des explosions tardives;

4° Lorsqu'un volume considérable de produits chauds reste un certain temps dans le cylindre, la machine elle-même s'échauffe et, pour cette raison et aussi par suite du mélange avec ces produits résidus, la nouvelle charge se dilate et par suite un volume donné contient moins d'énergie;

5° Il n'est pas possible d'avoir une explosion d'une plus grande force qu'il n'est nécessaire pour développer la puissance maximum de la machine.

Dans le moteur Otto, si pour une cause quelconque la charge n'est pas enflammée, il y a une bien plus forte charge à enflammer au coup de piston suivant et la pression développée après cette explosion est très considérable;

6° Les pressions des explosions successives étant plus uniformes, le travail de la machine est plus constant;

7° Les efforts sur les machines après manque d'inflammation sont moins brusques;

8° On évite ainsi le grand inconvénient d'une forte explosion après manque d'inflammation;

9° Si la machine comporte un cylindre moteur et un cylindre de pompe, il peut y avoir une impulsion à chaque révolution dans une machine à simple effet et une impulsion à chaque course dans une machine à double effet;

10° Une machine de dimensions données développera une puissance plus considérable.

On voit maintenant que, si le gaz du générateur est convenablement employé dans un moteur de façon à donner le plus haut rendement possible et aussi à assurer des résultats uniformes, il n'y aura pas lieu de se préoccuper spécialement des petites fluctuations qui peuvent se produire dans la qualité du gaz pauvre.

Il faut aussi remarquer que, lorsqu'un moteur à gaz fonctionne avec du gaz pauvre, l'uniformité des résultats dépend en grande partie de la construction de ce moteur, qui doit être appropriée à ce combustible.

M. Dowson fait également ressortir l'avantage que présente l'emploi des moteurs à gaz par suite de la suppression des inconvénients produits par la fumée des machines à vapeur, et il arrive à cette conclusion qu'avec l'emploi du gaz pauvre on ne brûlerait pas plus de la moitié de charbon ou de coke nécessaire pour la production de vapeur destinée à actionner des moteurs à vapeur d'égale puissance. Par suite, on réduirait de

Digitized by Google

moitié la quantité d'acide carbonique produite.

En un mot, le volume de vapeur et de produits de la combustion inhérent au fonctionnement des machines à vapeur est réduit de 90 0/0 lorsque l'on emploie la force motrice par le gaz et c'est une des questions qui mérite le plus d'attention, surtout si on arrive à éclairer tous les quartiers d'une ville avec l'électricité, ce qui nécessiterait une force motrice considérable.

M. Dowson donne ensuite quelques renseignements complémentaires sur les avantages que procure la force motrice par le gaz pour la production de l'énergie électrique.

A ce sujet, il cite un certain nombre de faits très intéressants.

Vers 1878, le docteur John Hopkinson appela l'attention sur ce fait que, lorsque le gaz ordinaire est brûlé dans un moteur destiné à actionner une dynamo, on produit par l'électricité une quantité de lumière beaucoup plus considérable que celle qu'on produirait en brûlant la même quantité de gaz directement dans les brûleurs comme à l'ordinaire.

En 1879, William Siemens montrait qu'avec une dynamo actionnée par un moteur à gaz, 537 litres de gaz produisaient un arc électrique d'un pouvoir éclairant de 1 000 bougies, tandis que 8,84 mètres cubes de gaz seraient nécessaires pour donner la même quantité de lumière en brûlant dans des becs Argand.

Depuis cette époque, la consommation du gaz par cheval dans les moteurs de grande puissance a été considérablement diminuée et il n'est pas exagéré de dire que le rapport est actuellement de 20 à 1 en faveur de la conversion du gaz en arc électrique à l'aide du moteur à gaz. En ce qui concerne les lampes à incandescence, la consommation de gaz varie de 962 litres à 1 330 litres par kilowatt-heure produit.

Au musée Tussaud à Londres, M. Gisbert Kapp a trouvé que, pour alimenter les 1 500 lampes de 8 bougies que comporte l'installation, la consommation moyenne de 18 jours en hiver était de 930 litres environ par kilowatt-heure. A Dessau, en Allemagne, où la station centrale d'électricité appartient à la Compagnie du gaz, la consommation prise comme moyenne de 30 jours en décembre dernier a été de 1 140 litres par kilowatt-heure produit aux bornes de la dynamo.

Actuellement, il y a une économie de 50 0/0 en faveur du système qui consiste à brûler le gaz dans un moteur et à produire de la lumière à incandescence par l'électricité.

En ce qui concerne les Compagnies de gaz, il est évident qu'avec une quantité donnée de gaz elles peuvent produire au moyen de l'électricité une quantité de lumière bien plus forte que par la combustion directe, et la question suivante se posera alors d'elle-même : Y a-t-il intérêt à dépenser les sommes nécessaires à une installation électrique coûteuse pour opérer cette économie?

On ne peut pas répondre à une telle question d'une façon générale, car, dans chaque localité, il y a des conditions spéciales dont il faut tenir compte.

Une des principales sources de dépenses, c'est la canalisation électrique, et son prix de revient dépend principalement de l'écartement entre les maisons à éclairer.

Le prix de vente du gaz, avec lequel l'éclairage électrique doit compter, est aussi un important facteur.

Il est cependant bien clair que si une Compagnie d'éclairage électrique indépendante peut fonctionner avec profit, une Compagnie de gaz dans les conditions ordinaires doit forcément réaliser de plus forts bénéfices.

Une Compagnie indépendante doit avoir une administration séparée et des bureaux complètement montés, tandis que la Compagnie de gaz n'aura besoin à peine que d'un petit surcroît de personnel.

En établissant de petites stations centrales dans les meilleurs quartiers d'une ville, les Compagnies de gaz peuvent ainsi retenir comme clients certains consommateurs qui, désirant l'éclairage électrique, s'adresseraient sans cela à des Compagnies d'électricité.

En présence de cet état de choses, il semble prudent pour les gaziers de se mettre au niveau de la situation et, au lieu de combattre les idées nouvelles, de chercher à conserver leur clientèle en leur livrant non plus du gaz, mais le produit de la force par le gaz.

Dans la plupart des grandes villes, les boutiquiers, les propriétaires d'hôtels, de théâtres et d'autres endroits publics, tels que banques, administrations, etc., sont très satisfaits d'avoir remplacé l'éclairage au gaz par l'électricité, bien que ce mode d'éclairage soit plus coûteux. Ce mouvement s'accentue de plus en plus, et, sans conclure de là que c'est nécessairement la ruine des Compagnies de gaz, il est évident qu'elles doivent rechercher les différentes voies à suivre pour faire tourner à leur profit cet engouement du public.

Comme conclusion, M. Dowson résume comme il suit les principaux points de sa communication :

1° La force motrice par le gaz doit être em-

Digitized by Google

ployée dans les usines à gaz, au lieu de la force motrice par la machine à vapeur ;

2° Le gaz de ville doit être vendu à des prix spécialement bas lorsqu'il est destiné à produire de la force motrice ;

3° Du petit coke nettoyé et de bonne qualité doit être vendu pour employer dans les générateurs à gaz Dowson et à un prix tel qu'il puisse lutter avec le charbon pour chaudières à vapeur et l'anthracite ;

4° Les constructeurs de moteurs à gaz doivent s'attacher à éliminer du cylindre les produits de la combustion précédente pour les moteurs destinés à fonctionner avec du gaz pauvre et aussi pour les moteurs puissants, quel que soit le gaz qui y soit consommé ;

5° Les Compagnies de gaz doivent envisager la question de fournir elles-mêmes l'éclairage électrique, au moins dans certains quartiers choisis du district qu'elles desservent déjà ;

6° Dans ce but, elles doivent avoir des moteurs à gaz fonctionnant avec le gaz de ville, au centre même du quartier à alimenter, ou bien elles doivent avoir une station centrale à l'usine à gaz même ou ailleurs, munie de moteurs alimentés par du gaz pauvre ;

7° Lorsque les Compagnies de gaz fournissent l'éclairage électrique, elles doivent employer la force motrice par le gaz et non par la vapeur.

A. M.

BREVETS D'INVENTION

229815 **Faguer.** — Fontaine lumineuse (3 mai 1893).

229829 **Aubine.** — Disque électrique (3 mai 1893).

229844 **Daniel Poilpré et Cie.** — Électrogène (4 mai 1893).

229858 **Peschard.** — Électro-pneumatique (9 mai 1893).

229886 **Meyrueis, Mongin et Basse.** — Procédé électro-chimique pour le traitement des minerais d'antimoine (5 mai 1893).

229927 **Paget.** — Lampe à arc (8 mai 1893).

229938 **Cuttriss.** — Appareils propres à la transmission des signaux (8 mai 1893).

229950 **Baker.** — Appareil de contact pour chemins de fer électriques souterrains (9 mai 1893).

229954 **Dumoulin-Froment et Doignon.** — Disposition pour appareil téléphonique (9 mai 1893).

229956 **Boult.** — Lampes électriques (9 mai 1893).

229965 **Craney.** — Appareil électrolytique (9 mai 1893).

229966 **Craney.** — Appareil électrolytique (9 mai 1893).

229967 **Craney.** — Appareil servant à l'électrolyse des sels (9 mai 1893).

230017 **Andréoli.** — Électrolyse (12 mai 1893).

230027 **Turton (les sieurs) et Irish.** — Interrupteurs automatiques de circuit (12 mai 1893).

230020 **Bottome.** — Mode de réunion des électrodes (12 mai 1893).

230031 **Siemens et Halske.** — Procédé pour augmenter la capacité conductrice des câbles sous-marins (12 mai 1893).

230033 **Sanders.** — Fabrication, par dépôt électrolytique, des fils de métal (12 mai 1893).

230036 **Desruelles.** — Électromoteur (12 mai 1893).

230042 **Vogel.** — Machine à courant continu sans commutateur (12 mai 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Les conséquences d'un procès. — MM. Zipernowski, Déry et Blathy ont obtenu gain de cause dans le procès qu'ils avaient intenté à la Compagnie internationale d'électricité de Tours.

Comme suite naturelle à cette victoire judiciaire, ils ont prescrit la saisie des transformateurs Thomson-Houston et Ferranti employés par la Société « l'Energie électrique », du Havre.

Allons, voilà encore un nouveau procès qui urgit et du pain sur la planche pour MM. les experts..... Nous faisons usage de ce dernier terme simplement par archaïsme. — D.

L'Exposition universelle de 1900. — Le ministre du Commerce a adressé dernièrement au Président de la République un rapport dans lequel il expose les raisons pour lesquelles il lui paraît utile de fixer dès aujourd'hui l'organisation des services de l'Exposition de 1900.

Dans ce Rapport, il insiste sur l'importance ex-

Digitized by Google

ceptionnelle de l'œuvre, sur les difficultés auxquelles peut donner lieu la conservation partielle des monuments du Champ de Mars, sur les problèmes si importants qui se rattachent aux voies d'accès et de transport, quel que doive être l'emplacement choisi, pour arriver à cette conclusion que la période d'élaboration pour une entreprise aussi grandiose, sera nécessairement plus longue que celle des précédentes expositions.

Sauf quelques changements parfaitement justifiés, les dispositions soumises par le ministre à l'approbation présidentielle sont celles de l'Exposition de 1889.

Tous les services seront placés sous l'autorité du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies. Un commissaire général avec les pouvoirs les plus étendus sera placé à la tête des divers services de l'Exposition.

La répartition des services diffère peu de celle qui avait été établie en 1889 et qui a fait ses preuves.

Les travaux seront divisés en deux groupes distincts correspondant l'un à l'architecture, l'autre à l'art de l'ingénieur, « car, dit le rapporteur, « l'homme éminent n'est plus qui, grâce à un « savoir, à un talent et à une autorité indiscu- « tables, avait su réunir et diriger l'ensemble des « travaux de la dernière Exposition ; on peut se « demander où seraient les épaules assez ro- « bustes pour porter un tel fardeau ».

Indépendamment des services actifs, une Commission supérieure apportera au gouvernement le concours de ses lumières et de ses avis pour toutes les questions importantes qui lui seront soumises par le ministre.

Les directeurs et chefs de services seront nommés par le ministre progressivement et au fur et à mesure des besoins. La désignation du commissaire général sera seule faite immédiatement.

Deux décrets ont été publiés à la suite du rapport du ministre du Commerce.

Le premier règle l'organisation des services de l'Exposition et est conçu en ces termes:

ARTICLE PREMIER. — Les services de l'Exposition universelle de 1900 sont placés sous l'autorité du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, et dirigés par un commissaire général.

Les attributions réservées au ministre comprennent les rapports avec les Chambres, l'approbation des projets d'ensemble, les mesures d'ordre général, la délégation des crédits au commissaire général, l'approbation des comptes, la nomination des directeurs et chefs de service.

Le commissaire général est nommé par décret. Il a la haute direction de tous les directeurs et chefs de services.

ART. 2. — Il est institué au ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies une Commission consultative, dite Commission supérieure de l'Exposition.

Cette Commission, présidée par le ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies, a pour vice-présidents le ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes, le ministre de l'Agriculture et le Commissaire général.

Elle se compose, non compris le bureau, de cent membres.

Les membres non désignés par leurs fonctions sont désignés par décret.

La Commission supérieure est appelée à émettre son avis sur les questions qui lui sont soumises par le ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

Elle peut se subdiviser en comités qui élisent leur bureau.

ART. 3. — Le cadre des services de l'Exposition est le suivant :

1° Secrétariat général;
2° Direction des services d'architecture ;
3° Direction des services de la voirie, des parcs et jardins, de l'eau et de l'éclairage;
4° Direction de l'exploitation ;
5° Direction des finances ;
6° Service du contentieux;
7° Service des fêtes.

ART. 4. — Les directeurs et chefs de service sont réunis en comité, sous la présidence du commissaire général, pour l'étude des questions communes à plusieurs services.

ART. 5. — Des comités techniques ou administratifs peuvent être constitués auprès du commissariat général par arrêté du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

ART. 6. — Les services de l'Exposition sont compatibles avec des fonctions publiques.

Au cas où ils quitteraient temporairement leur emploi, les fonctionnaires détachés à l'Exposition seraient maintenus dans les cadres de leur administration, pourraient y recevoir de l'avancement et conserveraient leurs droits à la retraite.

ART. 7. — Des arrêtés ministériels fixent les indemnités attachées aux fonctions et emplois des services de l'Exposition.

Le second décret a pour objet la nomination de M. Alfred Picard, président de section au Conseil d'État, comme commissaire général de l'Exposition de 1900. — M.

Le secteur de la rive gauche de Paris. — Les travaux de canalisation des rues sont commencés dans le quartier des écoles. Des galeries de traversée de rues sont construites rue Soufflot au passage de la rue Saint-Jacques et rue des Écoles.

L'usine installée place du Panthéon desservira provisoirement un réseau qui embrassera d'abord les rues Soufflot et rues adjacentes, le boulevard Saint-Michel et rues contiguës, la rue Gay-Lussac, en attendant celle qui va être construite à Ivry,

Digitized by Google

rue Verte sur un terrain d'une contenance de 17 000 m, acquis par la Société.

Une partie du service de la nouvelle Sorbonne sera également alimentée par cette usine. L'inauguration aura lieu à la réouverture de l'année scolaire. Et puisque nous parlons de cette installation, rectifions une erreur typographique qui s'est glissée dans une de nos précédentes informations.

Ce n'est pas à 200 lampes, comme on nous l'a fait dire, mais au chiffre plus important de 2 000 lampes au moins qu'atteindra l'installation entière de cet établissement scolaire. De plus, il y aura une distribution de force motrice répartie entre un certain nombre de moteurs de puissances variées établis dans les divers laboratoires de la Sorbonne. — D.

Le chemin de fer de « City and South London ». — Nous avons, dans notre revue, donné complètement la description de ce chemin de fer. Il fonctionne d'une façon de plus en plus satisfaisante, tant au point de vue du service financier que du service mécanique proprement dit. Comme ce fut la première entreprise de ce genre dans le monde, il est intéressant de noter la prospérité de sa marche. L'inauguration du service a eu lieu vers la fin de l'année 1890 — si notre mémoire ne nous trahit pas — et depuis cette époque les exercices établis tous les six mois ont révélé un accroissement de trafic et une diminution des dépenses d'exploitation par train-kilomètre. Les actions privilégiées touchent un dividende entier, les actions ordinaires vont commencer à participer aux bénéfices. Le rapport de l'exercice de la première moitié de l'année courante se présente sous les auspices les plus engageants.

En supposant les trains formés, en moyenne, de trois voitures, la circulation a atteint actuellement 1 000 voitures-kilomètres par kilomètre de double voie et par jour. Les véhicules sont beaucoup plus longs et plus lourds que ceux des tramways. Le remorquage de ces trains est plus économique que pour des voitures uniques. Le profil en long de la ligne comporte des rampes à l'arrivée aux stations et des déclivités au départ. Cette disposition allège le travail des moteurs, au démarrage. — D.

Procédé de conservation des courroies. — Chauffez dans une casserole munie d'un couvercle, jusqu'à une température de 50 degrés centigrades, 1 kg de caoutchouc divisé en fragments, baignant dans 1 kg d'essence de térébenthine. Après la dissolution du caoutchouc, ajoutez 800 gr de colophane, agitez le mélange jusqu'à ce que celle-ci soit dissoute à son tour, enfin mettez-y 800 gr de cire jaune.

Dans un autre récipient de suffisante grandeur, placez 3 kg d'huile de foie de morue et 1 kg de suif, chauffez le mélange jusqu'à ce que le suif soit fondu et versez ensuite le contenu de la première casserole en remuant continuellement, sans trêve, jusqu'à refroidissement et jusqu'à ce que la masse se fige.

Pendant leur emploi, les faces intérieures des courroies seront, de temps en temps, enduites de cette graisse, elles acquerront plus de solidité et le glissement sur les poulies sera enrayé. Les vieilles courroies, éprouvées par l'usage, peuvent acquérir des vertus nouvelles par application de cet onguent ; seulement, il faut oindre les deux faces de la courroie. L'opération s'effectue de préférence dans un endroit chaud et, après que la première couche a pénétré dans le cuir, on le recouvre d'un second enduit. Tous les objets en cuir se trouvent améliorés par un pareil traitement qui le rend imperméable.

Les glissements des courroies sur les poulies non seulement constituent une cause de déperdition d'énergie transmise, mais encore ont des conséquences très désagréables dans l'allure de marche des lampes.

C'est ce qui nous a incités à indiquer le remède sus mentionné. — D.

La téléphonie sous-marine. — Actuellement, le principal obstacle à la téléphonie sous-marine pour les grandes distances, réside dans le retard des signaux transmis, retard qui est dû à la capacité électrostatique du câble distribuée le long de la ligne et qui ne peut être compensée par les dispositifs ménagés aux deux bouts.

Le professeur S.-P. Thomson a traité ce sujet au récent Congrès des électriciens de Chicago et il se propose d'obtenir un meilleur résultat par application d'un système d'induction électromagnétique pour corriger l'action retardatrice due à la capacité électrostatique du câble.

Il construit un câble d'après le système à trois fils, dont deux constituent le circuit complet, tandis que le troisième forme un shunt reliant ces deux fils par intervalles. Au premier examen, un tel câble est considéré comme devant coûter très cher de fabrication, mais M. Thomson prétend qu'il fournira dix fois plus de travail. — D.

La mesure des courants de haute fréquence. — La dernière publication de M. d'Arsonval aux *Comptes rendus*, « sur les effets physiologiques des champs alternatifs de haute fréquence et les moyens de les mesurer », a excité dans le monde scientifique un vif intérêt. Nos bons voisins les Anglais n'ont pas manqué de faire remarquer que plusieurs physiciens avaient déjà songé à employer le thermomètre pour l'exploration des champs alternatifs. D'un autre côté, il s'est trouvé un certain Prof. E. d'Odiardi, qui a

Digitized by Google

réclamé la priorité de l'invention de la méthode préconisée par M. d'Arsonval.

M. d'Odiardi employait des courants continus ou à interruptions lentes alors que l'originalité de la méthode d'Arsonval consiste dans l'emploi des décharges de haute fréquence. On nous annonce, du reste, que le savant professeur du Collège de France continue ses recherches, spécialement dans la direction de la mesure des grandeurs électriques en jeu. — E.

Transport de force à Pavie. — On annonce qu'une concession a été demandée par M. Losio pour l'utilisation des forces hydrauliques de la Naviglio, en vue de l'éclairage de la ville de Pavie. — E.

Exposition internationale d'électricité à Genève. — On commence à parler dans les cercles industriels et scientifiques de Genève d'une exposition internationale d'électricité en 1896. Cette Exposition coïnciderait avec l'inauguration des nouvelles installations hydrauliques et électriques de la ville. — E.

Introduction du système métrique aux États-Unis. — Au cours du Congrès des ingénieurs tenu à Chicago le mois dernier, M. Mendenhall, directeur du service hydrographique et géologique des États-Unis et conservateur des poids et mesures à Washington, a annoncé que le mètre et le kilogramme étaient adoptés par ce service comme unités fondamentales. Les unités pratiques aux États-Unis, le yard et la livre anglaise, seront définies en fonction de ces unités fondamentales. C'est un pas en avant vers l'adoption du système métrique. — E.

Ce qu'a coûté l'Exposition de Chicago. — Les avis sont encore partagés en ce qui concerne le succès de l'Exposition de Chicago; ce qui est certain, c'est que l'affluence du public a été loin de répondre aux prévisions. D'après notre confrère *Engineer* ce serait au point de vue financier un four complet. Les frais de construction et d'exploitation se seraient élevés à 23 867 752 dollars (environ 120 000 000 de fr.) jusqu'au 7 août. Les recettes provenant des diverses concessions et des exposants se sont élevées à 4 625 583 dollars seulement. Les recettes journalières de toutes provenances se montent en moyenne à 80 000 dollars contre 15 000 dollars de dépenses. En mettant tout au mieux, il resterait donc un déficit de 16 000 000 de dollars. — E.

JURISPRUDENCE

Exploitation de l'éclairage électrique par les Compagnies de gaz. — Le tribunal vient de prononcer un arrêt parfaitement motivé, dont les conséquences peuvent être des plus intéressantes pour les électriciens.

Les Compagnies de gaz ne pourraient pas exploiter l'électricité sans modification préalable de leurs statuts.

La plupart de ces Compagnies, créées il y a fort longtemps, avaient pour objet l'*exploitation du gaz*, sans qu'il soit parlé d'électricité, et, en montant une station centrale, elles ont fait une opération antistatutaire.

C'est du moins ce qui ressort du jugement suivant, relatif à la Compagnie du gaz de Saint-Amand :

Sur le premier point : Attendu que l'article 1er des statuts de la Société, en date du 14 mai 1879, énonce que celle-ci a été fondée sous la dénomination de « Société anonyme du gaz de Saint-Amand »; que l'article 5 des mêmes statuts dispose que « la Société a pour objet l'éclairage et le chauffage au gaz dans la ville de Saint-Amand, et les fournitures des appareils *ad hoc* »; qu'ainsi l'objet de la Société n'est point simplement, d'une façon générale et indéterminée, l'éclairage et le chauffage par l'un ou plusieurs des procédés quelconques alors en usage, mais bien, d'une façon spéciale, déterminée et par là même limitée, l'éclairage et le chauffage au gaz; que cette spécification s'applique également aux appareils à fournir, ainsi qu'il résulte de l'expression *ad hoc* employée à cet égard;

Attendu que, dans le premier des deux articles susvisés des statuts, la Société défenderesse, conformément à l'article 30 du Code de commerce, s'est qualifiée par la désignation de l'objet de son entreprise et que, dans le second de ces articles, elle a expliqué et défini cet objet;

Attendu que les divers éléments constitutifs de celui-ci forment un tout complet et indivisible;

Attendu que la Société anonyme, comme toute autre espèce de société, est un contrat qui exige pour sa perfection le concours des volontés de tous les associés; — qu'au nombre des conditions essentielles de la validité de ce contrat figure un objet certain, sur laquelle la volonté de chaque contractant a dû nécessairement porter, ainsi qu'il résulte de la combinaison des articles 18 et 19 du Code de commerce et des articles 1101, 1832, 1833 du Code civil;

Attendu, dès lors, que décider que l'adjonction de l'éclairage par l'électricité à l'éclairage au gaz ne constitue, dans l'espèce, qu'une simple modification de détail, ne portant aucune atteinte aux bases fondamentales de la Société, répugne à la logique des choses et aux principes ci-dessus énoncés; qu'évidemment, au contraire, cette adjonction constitue un nouvel objet venant se juxtaposer au précédent

Digitized by Google

et qui, s'il tend au même but que celui-ci, nécessite l'emploi de procédés tout différents et entraîne à sa suite, avec des dépenses nouvelles, un surcroît de responsabilités et un aléa particulier;

Attendu que, les choses étant ainsi, il convient de voir, dans la mesure votée et mise à exécution par les délibérations critiquées, une innovation modifiant, d'une façon aussi directe que sensible, l'objet même de la Société et portant conséquemment atteinte au pacte social, innovation qui, en principe, ne pouvait être décidée que par l'unanimité des actionnaires;

Sur le second point : Attendu, il est vrai, que la Société anonyme du gaz de Saint-Amand prétend établir la légalité des délibérations des 10 mai et 21 juin 1891 par les dispositions de l'article 37 des statuts ainsi conçu : « L'Assemblée générale des actionnaires, convoquée extraordinairement à cet effet, peut, sur l'initiative du Conseil d'administration, introduire dans les présents statuts les modifications dont l'expérience avait démontré l'utilité; mais, dans ce cas, ses décisions, pour être valables, doivent être prises à la majorité absolue des voix des actionnaires présents ou représentés, et représentant au moins la moitié du fonds social »;

Que, d'après la société défenderesse, ces modifications dont l'expérience aurait démontré l'utilité ne pouvaient être, dans l'esprit des statuts, que celles-là mêmes qui sont prévues par l'article 12 du traité intervenu entre elle et la ville de Saint-Amand pour l'éclairage public, lequel article est ainsi conçu : « Au cas où un perfectionnement dans l'éclairage au gaz ou même un système nouveau d'éclairage viendrait à être adopté à titre définitif par la ville de Bourges, la Société du gaz de Saint-Amand serait tenue de l'employer et de faire jouir la ville et les abonnés d'une réduction proportionnelle à celle qui aurait été faite à Bourges, ou de résilier son traité, en laissant à la ville de Saint-Amand le temps que celle-ci jugerait nécessaire pour s'assurer un traité avec une nouvelle Société ou installer elle-même le procédé répudié par la Société »;

Mais attendu, tout d'abord, que la clause de l'article 37 des statuts offrant un caractère exceptionnel doit être, comme toutes les exceptions, entendue d'une façon restrictive; — que, dans le silence des statuts sur la nature et la portée des modifications permises par l'article 37, on ne saurait induire de l'expression vague et indéterminée qui s'y réfère (expression qui est d'ailleurs généralement de style dans les contrats analogues) le pouvoir exorbitant de modifier, au dehors du consentement de l'unanimité des sociétaires, le pacte social, par l'introduction, dans ce qui constitue l'objet même de la Société, d'un élément nouveau affectant l'essence de celui-ci et pouvant être lui-même considéré comme un objet distinct; — qu'il suit de là que les modifications prises par l'article 37 des statuts ne peuvent s'entendre que de changements propres à assurer et faciliter la marche des affaires de la Société et portant, par exemple, sur des points de gestion et d'administration, et nullement de ceux qui réagiraient directement, comme dans le cas actuel, sur son objet; que c'est dans ce sens que doivent être compris l'article 37 des statuts et l'article 31 de la loi du 24 juillet 1867;

Attendu que, d'un autre côté, l'argument tendant à faire penser que la clause en discussion de l'article 37 des statuts a été inspirée par les dispositions de l'article 12 du traité de la Société avec la ville de Saint-Amand et que les décisions critiquées ont été prises en vue de l'exécution de cet article 12, manque complètement de base juridique;

Qu'en fait, en effet, « aucun système absolument nouveau d'éclairage à l'aide de tel ou tel procédé et spécialement de l'électricité n'a, depuis l'époque à laquelle a eu lieu la rédaction de l'article 37 jusqu'à ce jour, été adopté à titre définitif par la ville de Bourges », dont le mode d'éclairage public est ce qu'il était à cette époque; que, dès lors, même dans l'hypothèse d'une relation entre l'article 37 des statuts et l'article 12 du traité, la condition à laquelle se trouve subordonnée la prétendue modification prévue par les statuts ne s'étant point accomplie, la Société ne pouvait légalement, en dehors de l'unanimité des voix des sociétaires, adopter un système nouveau d'éclairage, quel qu'il fût, par l'électricité ou tout autre mode;

Mais attendu que la relation alléguée fait défaut, par ce motif aussi simple que péremptoire que l'article 12 du traité n'existait point lors de la rédaction de l'article 37 des statuts, ceux-ci, en effet, portant la date du 14 mai 1879, celui-là celle du 28 juin suivant;

Attendu que si le pouvoir reconnu à deux actionnaires dissidents, dont les parts réunies ne représentent que le centième de l'actif social, de paralyser par leur veto les résolutions de l'assemblée générale peut, au premier abord, sembler rigoureux, les considérations qui précèdent démontrent qu'il n'est que l'exercice d'un droit d'une légitimité incontestable et dont l'article 1859, numéro 4, du Code civil fournit, pour un cas particulier, un exemple;

Que, conséquemment il convient de décider : 1° que l'adjonction de l'éclairage électrique à l'objet initial de la Société anonyme du gaz de Saint-Amand constitue, non une simple modification de détail, mais bien une innovation réfléchissant sur l'essence même de l'objet de la Société, entamant, en l'augmentant, cet objet et dénaturant, par suite, le pacte social; — 2° que cette innovation, n'ayant point été prévue par les statuts de la Société, ne pouvait être votée que par l'unanimité des sociétaires, les conventions légalement formées tenant lieu de loi à ceux qui les ont faites, ainsi que le dispose l'article 1134 du Code civil : — 3° que cette unanimité ne se rencontrant point dans l'espèce, la demande des sociétaires dissidents est bien fondée;

Par ces motifs : Le Tribunal déclare illégales, nulles et non avenues les délibérations de l'assemblée générale des actionnaires de la Société anonyme du gaz de Saint-Amand, etc. etc.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 145 7 Octobre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE COUPLAGE EN QUANTITÉ DES ALTERNATEURS

On sait qu'il est possible d'accoupler en quantité deux ou plusieurs alternateurs; cette disposition est même appliquée dans un certain nombre d'usines [1]. Nous nous proposons de rechercher quelles conditions doivent remplir les alternateurs pour que leur marche simultanée soit le plus stable possible.

Nous étudierons d'abord le cas de deux machines, puis le cas général de n machines accouplées en quantité.

I. — Couplage de deux alternateurs

Nous supposons les deux alternateurs identiques.

Soit r la résistance intérieure de chaque machine, l son coefficient de self-induction; soient e_1, e_2 les forces électromotrices des deux machines à un instant donné; i_1, i_2, les intensités des courants qu'elles fournissent au même instant; e', la différence de potentiel aux bornes du circuit extérieur. On a les deux équations :

$$(1) \qquad e_1 = ri_1 + l\frac{di_1}{dt} + e'$$

$$(2) \qquad e_2 = ri_2 = l\frac{di_2}{dt} + e'$$

Ajoutons-les membre à membre; il vient :

$$e_1 + e_2 = r(i_1 + i_2) + l\left(\frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt}\right) + 2e'$$

Mais $i_1 + i_2 = i$, courant dans le circuit extérieur; donc :

$$e_1 + e_2 = ri + l\frac{di}{dt} + 2e'$$

ou

$$\frac{e_1 + e_2}{2} = \frac{r}{2}i + \frac{l}{2}\frac{di}{dt} + e'$$

Cette équation montre que le système des deux machines en quantité est équivalent à une seule machine dont la résistance intérieure serait $\frac{r}{2}$, le coefficient de self-induction $\frac{l}{2}$ et dont la force électromotrice serait $\frac{e_1 + e_2}{2}$.

Soit R la résistance du circuit extérieur; L, son coefficient de self-induction. Tout se passe comme si l'on avait un circuit unique de résistance $R + \frac{r}{2}$, dont le coefficient de self-induction fût $L + \frac{l}{2}$, actionné par une machine de force électromotrice $\frac{e_1 + e_2}{2}$.

[1] Voir l'*Électricien* du 15 avril 1893.

Digitized by Google

En marche normale, on a $e_1 = e_2$, $i_1 = i_2$. Voyons ce qui se passe lorsqu'il se produit entre les deux alternateurs une certaine *différence de phase*.

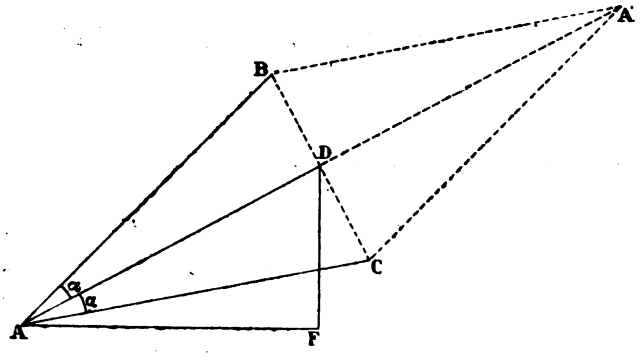


Fig. 1.

Pour cela, nous emploierons la méthode géométrique de Blakesley. Soit E la valeur maxima des forces électromotrices des machines; ces forces électromotrices e_1, e_2 peuvent être représentées par deux droites AB, AC (fig. 1) égales à E, l'angle $\widehat{BAC} = 2\alpha$ représentant leur *différence de phase*. La force électromotrice $\frac{e_1 + e_2}{2}$ sera alors représentée par la demi-diagonale AD du parallélogramme BACA'.

Construisons maintenant sur AD comme hypoténuse un triangle rectangle DAF tel que

$$\text{tg } \widehat{DAF} = \frac{m\left(L + \frac{l}{2}\right)}{R + \frac{r}{2}}$$

$\left(m = \frac{2\pi}{T}, \text{ T étant la durée de la période}\right)$.

Nous aurons, en appelant I la valeur maxima du courant extérieur :

$$AF = \left(R + \frac{r}{2}\right) I$$

$$FD = m\left(L = \frac{l}{2}\right) I$$

Remplaçons le triangle AFD par le polygone AF'GHD (fig. 2), obtenu en prenant :

$$AF' = RI$$
$$F'G = mLI$$
$$GH = \frac{r}{2} I$$
$$HD = m\frac{l}{2} I$$

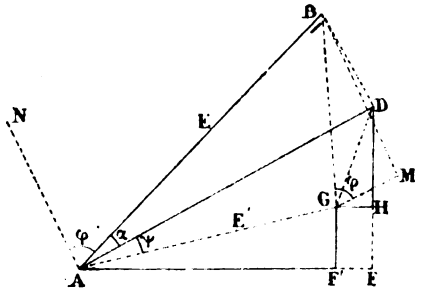


Fig. 2.

Les droites AF', F'G représentant respectivement les forces électromotrices Ri, $L\frac{di}{dt}$, leur résultante AG représentera la *différence de potentiel aux bornes* e', et la longueur AG = E' en sera la valeur maxima.

Considérons la première machine, dont la force électromotrice e_1 est représentée par AB. Cette force électromotrice, comme le montre l'équation (1), est la résultante de la différence de potentiel aux bornes et des deux forces électromotrices ri_1, $l\frac{di_1}{dt}$; par conséquent,

Digitized by Google

GB est la résultante de ri_1 et de $l\frac{di_1}{dt}$. Construisons donc sur GB comme hypoténuse un triangle rectangle GMB tel que :

$$\operatorname{tg} \widehat{MGB} = \frac{ml}{r}$$

et nous aurons, en appelant L_1 l'intensité maxima du courant fourni par la première machine :

$$GM = rI_1$$
$$MB = mlI_1$$

L'hypothénuse GB est elle-même proportionnelle à I_1 ; en posant

$$K = \sqrt{r^2 + m^2l^2}$$

nous aurons :

$$GB = KI_1.$$

Remarquons enfin que le triangle GMB est semblable au triangle GHD; soit φ la valeur commune de leurs angles en G :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{ml}{r}$$

Une construction analogue, que nous ne reproduisons pas sur la figure, donnerait le courant i_2 fourni par la deuxième machine.

Calculons maintenant les *travaux* respectifs des deux machines.

Le travail de la première machine a pour expression, suivant une formule connue :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{1}{2} EI_1 \cos \widehat{(e_1, i_1)}.$$

Or l'angle que fait la force électromotrice e_1 avec le courant i_1 est l'angle de AB et de GM. Supposons qu'on fasse tourner ces deux droites à la fois de l'angle φ : GM prendra la direction GB ; AB prendra une certaine direction AN. La projection de GB sur AN sera donc :

$$KI_1 \cos \widehat{(e_1, i_1)}.$$

Mais la projection de GB est égale à la projection de AB diminuée de la projection de AG ; et l'on a :

$$\text{Projection de AB sur AN} = E \cos \varphi$$
$$\text{id} \qquad \text{AG} \quad \text{id} \quad = E' \cos (\varphi + \alpha + \psi)$$

en appelant ψ l'angle $\widehat{DAG}$. Donc :

$$KI_1 \cos \widehat{(e_1, i_1)} = E \cos \varphi - E' \cos (\varphi + \psi + \alpha)$$

Par conséquent :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E}{2K} \left[E \cos \varphi - E' \cos (\varphi + \psi + \alpha) \right]$$

Reste à calculer $E' = AG$. Or, dans le triangle rectangle AF'G, on a :

$$\overline{AG}^2 = \overline{AF'}^2 + \overline{F'G}^2 = (R^2 + m^2L^2)I^2$$

D'autre part, le triangle rectangle AFD donne :

$$\overline{AD}^2 = \overline{AF}^2 + \overline{FD}^2 = \left[\left(R + \frac{r}{2} \right)^2 + m^2 \left(L + \frac{l}{2} \right)^2 \right] I^2.$$

Divisons membre à membre, et posons :

$$C^2 = \frac{R^2 + m^2L^2}{\left(R + \frac{r}{2} \right)^2 + m^2 \left(L + \frac{l}{2} \right)^2}$$

Digitized by Google

Il viendra :

$$\frac{AG}{AD} = C$$

Mais AD = E cos α; donc :

$$AG \text{ ou } E' = CE \cos \alpha.$$

Portant cette valeur dans l'expression de $\mathfrak{E}_1$, nous obtenons :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K}\left[\cos \varphi - C \cos \alpha \cos (\varphi + \psi + \alpha)\right]$$

On a d'ailleurs :

$$\cos \alpha \cos (\varphi + \psi + \alpha) = \frac{1}{2}\left[\cos (\varphi + \psi) + \cos (\varphi + \psi + 2\alpha)\right]$$

Donc enfin :

$$(3) \qquad \mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K}\left\{\cos \varphi - \frac{C}{2}\left[\cos (\varphi + \psi) + \cos (\varphi + \psi + 2\alpha)\right]\right\}$$

Pour avoir maintenant le travail $\mathfrak{E}_2$ de la deuxième machine, il suffit de changer α en $-\alpha$ dans l'expression $\mathfrak{E}_1$:

$$(4) \qquad \mathfrak{E}_2 = \frac{E^2}{2K}\left\{\cos \varphi - \frac{C}{2}\left[\cos (\varphi + \psi) + \cos (\varphi + \psi - 2\alpha)\right]\right\}$$

Les expressions (3) et (4) vont nous permettre d'étudier très simplement les variations de $\mathfrak{E}_1$ et de $\mathfrak{E}_2$ avec la différence de phase 2α et d'en conclure les meilleures conditions de stabilité du système.

1° *Variation de* $\mathfrak{E}_1$. — La seule quantité qui varie avec α est cos $(\varphi + \psi + 2\alpha)$; cette quantité décroît depuis cos $(\varphi + \psi)$ jusqu'à -1, lorsque 2α croît de 0 à $\pi - (\varphi + \psi)$: il en résulte que $\mathfrak{E}_1$ *croit*. Or $\mathfrak{E}_1$ est le travail de la machine *en avance*.

Ainsi, lorsqu'une avance s'accuse dans la marche de l'une des machines, son travail croît : la charge augmentant sur le moteur, il y aura tendance au ralentissement, c'est-à-dire au rétablissement de la concordance de phase.

La variation du travail $\mathfrak{E}_1$ est donc favorable à la stabilité, tant que la différence de phase 2α reste inférieure à $\pi - (\varphi + \psi)$.

2° *Variation de* $\mathfrak{E}_2$. — Lorsque 2α croît de 0 à $\varphi + \psi$, cos $(\varphi + \psi - 2\alpha)$ croît depuis cos $(\varphi + \psi)$ jusqu'à 1 : donc $\mathfrak{E}_2$ *décroît*. Or $\mathfrak{E}_2$ est le travail de la machine *en retard*.

La diminution de $\mathfrak{E}_2$ tendra à accélérer la marche de la machine et, par conséquent, à lui faire perdre son retard.

La variation de $\mathfrak{E}_2$ est donc favorable à la stabilité, tant que la différence de phase 2α reste inférieure à $\varphi + \psi$.

En résumé, les variations des travaux $\mathfrak{E}_1\mathfrak{E}_2$ concourent à enrayer et à détruire les différences de phase accidentelles qui peuvent se produire entre les deux machines, tant que celles-ci restent inférieures à la fois à $\pi - (\varphi + \psi)$ et à $\varphi + \psi$, c'est-à-dire inférieures à *la plus petite* de ces deux limites.

On a donc tout intérêt, au point de vue de la stabilité, à rendre cette dernière aussi grande que possible.

Mais la somme des deux limites est constante ; il faut, par conséquent, les rendre égales, c'est-à-dire satisfaire à la condition :

$$\pi - (\varphi + \psi) = \varphi + \psi$$

ou :

$$(5) \qquad \varphi + \psi = \frac{\pi}{2}$$

Telle est la première condition à remplir pour obtenir un régime aussi stable que

Digitized by Google

possible. Nous allons l'interpréter en supposant déterminées la résistance R et le coefficient de self-induction L du circuit extérieur, ainsi que la résistance intérieure r des machines, et en admettant, au contraire, qu'on dispose de leur coefficient de self-induction l. Il est toujours facile, en effet, de modifier ce coefficient, en intercalant dans le circuit de chaque machine soit une bobine de self-induction, soit un condensateur, suivant qu'on veut l'augmenter ou la diminuer. En même temps la valeur que nous trouverons pour l nous éclairera sur le choix à faire entre les alternateurs à grande self-induction, tels que ceux dont l'induit renferme un noyau de fer, et les alternateurs à faible self-induction, tels que les alternateurs à disque.

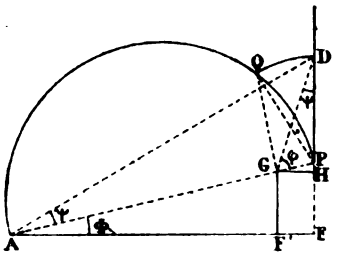


Fig. 3.

Dans le triangle rectangle GHD, l'angle en G est égal à φ; donc, pour satisfaire à la condition (5), l'angle en D doit être égal à ψ.

Prolongeons AG jusqu'en P (fig. 3). Les deux triangles APD, GPD seront semblables comme ayant l'angle en P commun et les angles $\widehat{DAP}$, $\widehat{PDG}$ égaux; on aura donc :

$$\frac{AP}{PD} = \frac{PD}{GP}$$

ou

$$\overline{PD}^2 = AP \times GP.$$

D'où une construction géométrique très simple pour obtenir le point D satisfaisant à la condition (5) : sur AP comme diamètre, décrire une demi-circonférence, mener GQ perpendiculaire à AP, puis reporter sur la ligne PD la longueur PQ. On a en effet :

$$\overline{PQ}^2 = AP \times GP$$

Cherchons maintenant l'expression correspondante du coefficient l. — On a :

$$HD = \frac{ml}{2} I.$$

D'autre part :

$$HD = HP + PD.$$

Or : 1° pour HP, les triangles semblables GHP, AF'G donnent :

$$\frac{HP}{F'G} = \frac{GH}{AF'}$$

D'ailleurs $F'G = mLI$, et $\frac{GH}{AF'} = \frac{\frac{r}{2}}{R}$; donc :

$$HP = \frac{r}{2R} \times mLI$$

2° Pour PD, on a la relation $\overline{PD}^2 = AP \times GP$; d'ailleurs :

$$\frac{GP}{AP} = \frac{GH}{AF} = \frac{\frac{r}{2}}{R + \frac{r}{2}}$$

donc :

$$\overline{PD}^2 \frac{\frac{r}{2}}{R + \frac{r}{2}} \times \overline{AP}^2$$

Digitized by Google

Appelons Φ l'angle $\widehat{GAF'}$, déterminé par la relation :

$$\operatorname{tg}\Phi = \frac{mL}{R}.$$

Nous aurons :

$$AP = \frac{AF}{\cos\Phi} = \frac{\left(R + \frac{r}{2}\right) I}{\cos\Phi}$$

D'où :

$$\overline{PD}^2 = \frac{\frac{r}{2}\left(R + \frac{r}{2}\right) I^2}{\cos^2\Phi}$$

$$PD = \frac{I}{2\cos\Phi}\sqrt{r\,(2R + r)}$$

Finalement :

$$HD = \frac{r}{2R} \times mLI + \frac{I}{2\cos\Phi}\sqrt{r\,(2R + r)}$$

d'où, en remplaçant HD par sa valeur $\frac{ml}{2}$ I :

$$(6) \qquad ml = \frac{r}{R} \times mL + \frac{1}{\cos\Phi}\sqrt{r\,(2R + r)}.$$

La relation (6) fournit donc la valeur du coefficient l qui satisfait à la condition $\varphi + \psi = \frac{\pi}{2}$ et qui, par conséquent, donnera, toutes choses égales d'ailleurs, la marche *la plus stable.*

Il est facile de se rendre compte dès maintenant que cette valeur de l sera généralement faible : car elle contient $\sqrt{r}$ en facteur, et la résistance intérieure des machines est toujours faible; du moins on a tout avantage, au point de vue du rendement, à ce qu'elle soit aussi petite que possible. Mais, avant de préciser davantage, nous allons examiner ce que deviennent les expressions des travaux $\mathfrak{E}_1$, $\mathfrak{E}_2$ quand la relation (6) est satisfaite et quelles sont les autres conditions à rechercher dans le couplage des alternateurs.

Si nous introduisons dans les expressions (3) et (4) la condition

$$\varphi + \psi = \frac{\pi}{2}$$

il vient :

$$(7) \qquad \mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K}\left(\cos\varphi + \frac{C}{2}\sin 2\alpha\right)$$

$$(8) \qquad \mathfrak{E}_2 = \frac{E^2}{2K}\left(\cos\varphi - \frac{C}{2}\sin 2\alpha\right)$$

Le régime sera d'autant plus stable que les variations de $\mathfrak{E}_1$ et de $\mathfrak{E}_2$ provenant d'une différence de phase 2α seront plus grandes, par conséquent d'autant plus stable que le facteur $\frac{C}{K}$ sera plus grand. Or si nous nous reportons à l'expression de C :

$$C = \sqrt{\frac{R^2 + m^2L^2}{\left(R + \frac{r}{2}\right)^2 + m^2\left(L + \frac{l}{2}\right)^2}}$$

et si nous remarquons que, $\frac{r}{2}$ étant très faible par rapport à R, on peut écrire d'une façon approchée :

Digitized by Google

$$C = \sqrt{\frac{R^2 + m^2L^2}{R^2 + m^2L^2 + m^2Ll + \frac{m^2l^2}{4}}}$$

nous voyons que C, toujours < 1, se rapprochera d'autant plus de l'unité que les coefficients L et l seront plus petits. La relation (6) montre d'ailleurs que la valeur à donner à l diminue en même temps que L $\left(\text{car } \frac{1}{\cos\Phi} \text{ décroît avec L}\right)$. D'autre part, $K = \sqrt{r^2 + m^2l^2}$ diminue avec l. Par conséquent, le facteur $\frac{C}{K}$ sera d'autant plus grand que le coefficient de self-induction L du circuit extérieur sera plus faible.

Ainsi une deuxième condition favorable à la stabilité est d'avoir une self-induction aussi faible que possible dans le circuit extérieur. On peut toujours satisfaire à cette condition en intercalant au besoin des condensateurs dans le circuit. Du reste cette condition est à rechercher aussi au point de vue de la transmission de l'énergie : on sait, en effet, que, pour une différence de potentiel donnée aux bornes, le travail transmis est d'autant plus grand que la self-induction du circuit est plus faible.

Supposons donc qu'en raison des considérations qui précèdent on ait rendu le coefficient L nul, ou du moins assez faible pour qu'on puisse le négliger dans les calculs.

La relation (6) devient :

$$ml = \sqrt{r(2R + r)}$$

$2R + r$ est, si l'on peut dire, la résistance totale pour une machine en marche normale : on peut imaginer, en effet, le circuit extérieur divisé en deux circuits de résistance 2R, dans chacun desquels circule le courant $\frac{i}{2}$ fourni par l'une des machines.

Autrement dit, $2R + r$ est le rapport de la force électromotrice de la machine au courant qu'elle fournirait si elle n'avait pas de self-induction. Posons :

$$2R + r = R'.$$

Il vient :

(9) $$ml = \sqrt{rR'}$$

La formule (9) permet d'apprécier l'ordre de grandeur du coefficient l. En effet, la résistance intérieure r est, pour une machine donnée, une fraction connue de la résistance totale R' : cette fraction est égale au rapport de l'énergie perdue dans l'induit à l'énergie totale, rapport qui varie suivant les machines, mais qui est toujours compris entre 1 et 10 0/0. Dans une machine d'un bon rendement, le rapport $\frac{r}{R'}$ ne dépasse pas 3 ou 4 0/0.

Supposons par exemple $\frac{r}{R'} = 0{,}03$; il viendra $ml = \sqrt{0{,}03R'^2} = 0{,}17R'$.

Pour compléter notre exemple numérique, considérons une machine d'une force électromotrice de 2 000 volts, produisant un courant de 20 ampères dans un circuit dépourvu de self-induction ; nous aurons $R' = \frac{2\,000}{80} = 100$ ohms ; d'où : $ml = 17$. Enfin supposons que la période du courant soit de $\frac{1}{100}$ de seconde : $T = \frac{1}{100}$, $m = 2\pi \times 100 = 628$; nous aurons : $l = \frac{17}{628} = 0{,}027$ quadrant. C'est là une valeur faible et qui doit se rapprocher du coefficient de self-induction d'un induit *sans fer*.

Voyons maintenant ce que deviennent les expressions des travaux $\mathfrak{T}_1$ et $\mathfrak{T}_2$ dans l'hypothèse où le coefficient L est nul et où la relation (9) est satisfaite.

Digitized by Google

Reprenons l'expression (7) de $\mathfrak{E}_1$:

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K}\left(\cos\varphi + \frac{C}{2}\sin 2\alpha\right)$$

Nous avons d'abord :

$$K = \sqrt{r^2 + m^2l^2} = \sqrt{r(r + R')}$$

puis :

$$\cos\varphi = \frac{r}{K} = \sqrt{\frac{r}{r + R'}}$$

enfin :

$$C = \sqrt{\frac{R^2}{\left(R + \frac{r}{2}\right)^2 + \frac{m^2l^2}{4}}} = \frac{2R}{\sqrt{R'^2 + m^2l^2}} = \frac{2R}{\sqrt{R'(r + R')}}$$

Il vient donc :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2(r + R')\sqrt{r}}\left(\sqrt{r} + \frac{R}{\sqrt{R'}}\sin 2\alpha\right)$$

soit encore :

(10) $$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2(r + R')}\left(1 + \frac{R}{\sqrt{rR'}}\sin 2\alpha\right)$$

De même :

(11) $$\mathfrak{E}_2 = \frac{E^2}{2(r + R')}\left(1 - \frac{R}{\sqrt{rR'}}\sin 2\alpha\right)$$

Le travail en *marche normale* de chacune des machines est :

$$\mathfrak{E} = \frac{E^2}{2(r + R')}$$

S'il n'y avait aucune self-induction, le travail de chaque machine serait $\frac{E^2}{2R'}$; par conséquent, la self-induction des alternateurs, définie par la relation (9), a simplement pour effet d'augmenter la résistance *apparente* de la quantité r. Bien entendu, cette augmentation de la résistance apparente n'entraîne aucune perte d'énergie.

Les expressions (10) et (11) montrent que le coefficient de $\sin 2\alpha$ est d'autant plus grand que la résistance intérieure r des machines est plus petite. On a donc avantage, au point de vue de la stabilité, à rendre cette résistance aussi faible que possible : c'est là une condition qui est en même temps favorable au rendement.

Posons :

$$\frac{R}{\sqrt{rR'}} = C'$$

Nous aurons :

$$\mathfrak{E}_1 = \mathfrak{E}\,(1 + C'\sin 2\alpha)$$
$$\mathfrak{E}_2 = \mathfrak{E}\,(1 - C'\sin 2\alpha)$$

Si nous remarquons que R est très voisin de $\frac{R'}{2}$ $\left(\text{puisque } \frac{R'}{2} = R + \frac{r}{2}\right)$, nous pourrons écrire d'une façon approchée :

$$C' = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{R'}{r}}$$

Reprenons notre exemple numérique : $\frac{r}{R'} = 0{,}03$. Il viendra :

$$C' = 2{,}9, \text{ soit } 3 \text{ environ.}$$

Digitized by Google

Ainsi, pour $\sin 2\alpha = \frac{1}{3}$, c'est-à-dire pour une différence de phase de 20 degrés seulement, on aurait :

$$\begin{cases} \mathfrak{E}_1 = 2\mathfrak{E} \\ \mathfrak{E}_2 = 0 \end{cases}$$

La machine en avance supporterait une charge double de sa charge normale, tandis que la machine en retard ne travaillerait plus.

Si la différence de phase atteignait la valeur $\frac{\pi}{2}$, il viendrait :

$$\begin{cases} \mathfrak{E}_1 = 4\mathfrak{E} \\ \mathfrak{E}_2 = 2\mathfrak{E} \end{cases}$$

Dans ces conditions, on peut évidemment compter sur une très grande stabilité.

En résumé, pour obtenir une marche aussi stable que possible avec deux alternateurs couplés en quantité, il convient :

1° D'avoir un circuit extérieur de faible self-induction (condition favorable en même temps à la transmission de l'énergie) ;

2° D'avoir des machines de faible résistance intérieure (condition favorable au rendement) ;

3° De donner au coefficient de self-induction des machines une certaine valeur déterminée par la relation (6), relation qui, dans le cas où la self-induction du circuit extérieur est nulle ou négligeable, se réduit à :

$$ml = \sqrt{r\mathrm{R}'}$$

Cette valeur de l est faible et semble se rapprocher du coefficient de self-induction des induits *sans fer*.

(*à suivre.*)

J. Staner.

PROCÉDÉ DE DISTRIBUTION DU COURANT

AUX LIGNES DE TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

Nous considérerons d'abord le cas d'une ligne aérienne avec retour par la terre.

Lorsqu'on a affaire à une voie unique de peu de longueur, sans embranchement, on peut concevoir un fil conducteur du courant, ininterrompu, s'étendant tout le long de la ligne. Les inconvénients d'une telle disposition sautent trop aux yeux pour s'y appesantir ; aussi est-elle assez rarement employée, car, le plus souvent, les lignes présentent un développement pour lequel ce système n'offrirait aucune garantie de bonne exploitation rationnelle ; ou bien encore, sur son parcours viennent s'enter des bifurcations qui rendent la méthode inapplicable.

Les embranchements, les courbes, les rampes à franchir, la position relative de la station centrale sont autant d'éléments qui militent en faveur du sectionnement du fil conducteur du courant. Les portions de ligne sont alimentées par des feeders qui se greffent sur le conducteur aux endroits où ont lieu les plus forts prélèvements de courant, conformément aux accidents du profil longitudinal de la voie. La figure 1 indique ce mode de montage. S désigne l'usine centrale d'où émanent tous les feeders F, F, F, F, ... allant se souder à des endroits déterminés et convenablement choisis sur la ligne LL, qui est généralement constituée par un fil de cuivre durci ou de bronze phosphoreux ou siliceux de

Digitized by Google

5,5 à 8 mm de diamètre. Le montage de la figure 1 correspond aux cas où la ligne est continue, sans sectionnement.

Lorsque le fil conducteur est subdivisé en sections, les tronçons peuvent être alimentés soit par leur partie médiane, soit par leurs deux extrémités. Un interrupteur ou un fil fusible même est intercalé à la jonction de la ligne avec son raccordement aux feeders. La disposition est représentée par la figure 2, dans laquelle les mêmes lettres répondent aux

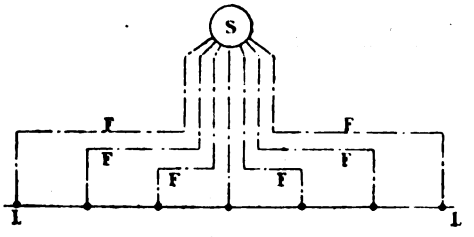


Fig. 1.

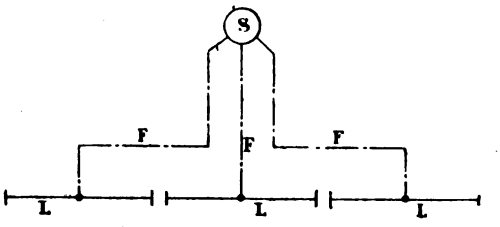


Fig. 2.

mêmes désignations de la figure précédente. On remarquera qu'en cas d'accidents survenant sur une section : rupture du fil, court-circuit, elle sera aussitôt mise hors circuit et l'avarie réparée sans pour cela immobiliser le restant de l'installation.

Par l'alimentation des tronçons à leurs deux extrémités (fig. 3) on utilise complètement leur section transversale. Des interrupteurs ou des fils fusibles sont nécessaires à chacun des abouchements des feeders et de la ligne.

Si les fractionnements de la ligne ont un grand développement, si le trafic est intense, il est indispensable de disposer les feeders et d'en employer une quantité suffisante et de leur donner la section voulue pour éviter une perte de charge trop grande dans

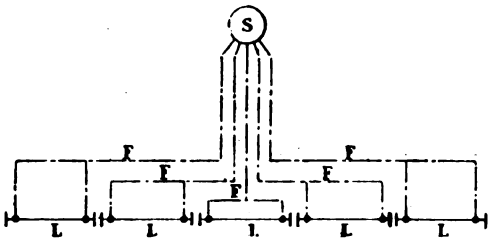


Fig. 3.

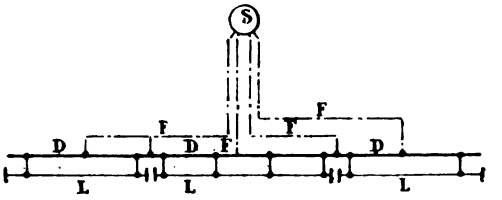


Fig. 4.

chaque portion. Ainsi, on sera amené à faire usage de conducteurs principaux déversant le courant qu'ils auront reçu des feeders en divers points de chaque tronçon de ligne.

Il est bien entendu que le fil du trolley seul sera aérien; les feeders et les conducteurs principaux du réseau de distribution seront éventuellement enfouis dans le sol. Dans la figure 4, représentation schématique de ce mode de montage, les lettres D désignent le réseau du conducteur de distribution.

La conductibilité des rails servant de retour est assurée par des raccords en cuivre soudés près des éclisses. En outre, de distance en distance, les rails sont reliés à une barre de cuivre enfouie dans l'intervalle de ceux-ci.

Il faut prêter la plus grande attention à la liaison électrique des rails. Dans les circonstances ordinaires, la résistance des files de rails, d'une section de 42 cm², au passage du courant équivaut à 1/10 ou 1/14 de la résistance d'un fil conducteur de cuivre ayant 8 mm de diamètre. La résistance de contact entre les rails et la terre est un facteur mal déterminé ; au surplus, elle varie avec la nature du sol. Pour la réduire le plus possible et

Digitized by Google

la maintenir à peu près constante, on est quelquefois obligé d'avoir recours à des plaques de terre enfoncées dans des puits. Mais, d'un autre côté, une excellente liaison avec la terre détermine des perturbations sur les lignes téléphoniques voisines qui emploient également la terre comme retour.

Sur des réseaux à trafic intense, on est souvent contraint de majorer le poids de cuivre constituant la ligne aérienne, dans une proportion de 25 0/0, pour compenser la perte de charge par le conducteur de terre.

En ce qui a trait au calcul des conducteurs, il faut tenir compte de la grandeur de la charge à chaque point de la ligne, de l'importance du trafic, de la perte de tension consentie. Aux États-Unis, où la tension à l'usine est de 500 volts, une perte maxima d'environ 50 volts est admise. Dans le cas de l'emploi de feeders et d'un câble distributeur simultanément, la perte maxima de 50 volts est répartie sur le feeder le plus long et les conducteurs qui le séparent de la voiture la plus éloignée.

Em. DIEUDONNÉ.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 septembre 1893

Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé, par Henri Moissan. — *Diamant.* — Dans un mémoire publié aux *Annales de Chimie et de Physique* (3e série, t. XX), en 1847, Jacquelin a démontré que le diamant se transforme en graphite lorsqu'on le chauffe au milieu de l'arc électrique. Il est facile de rendre cette expérience visible pour tout un amphithéâtre en lui donnant la forme suivante.

Au moyen d'un faisceau de lumière électrique assez intense, on projette sur un écran l'image de deux charbons cylindriques entre lesquels on peut faire jaillir un arc d'intensité moindre. L'un des charbons très légèrement creusé supporte un diamant brut ou taillé de 100 à 200 mgr dont l'image est projetée dans ces conditions avec une grande netteté. On approche ensuite ces charbons avec lenteur, de façon à faire jaillir l'arc sur le côté et à échauffer lentement le diamant pour qu'il n'éclate pas tout d'abord. Aussitôt que la température est assez élevée, le diamant est porté à l'incandescence et on le voit bientôt foisonner sans fondre et se recouvrir de masses noires entièrement formées de graphite. Examiné après l'expérience, ce graphite se présente sous forme de lamelles hexagonales, séparées les unes des autres et facilement transformables en oxyde graphitique, sous l'action du mélange de chlorate de potassium et d'acide azotique.

On peut disposer cette expérience d'une autre façon, en plaçant au milieu du four électrique que j'ai décrit précédemment [1] le diamant enfermé dans un petit creuset en charbon de cornue. J'ai réalisé cette expérience avec un arc de 70 volts et 400 ampères ; le cristal commence par se briser en menus fragments suivant les plans de clivage. Enfin, si la température continue à s'élever, chaque petite masse foisonne abondamment et la transformation en graphite est complète. Les lamelles irrégulières ou hexagonales se désagrègent avec facilité et fournissent, par oxydation, un oxyde graphitique d'une belle couleur jaune.

A la température de l'arc, même si cet arc n'est pas très puissant [2], la forme stable du carbone est donc le graphite.

Dans de nombreuses expériences, j'ai eu l'occasion de chauffer des diamants bruts ou taillés, entourés d'une brasque de charbon, à la température de 2 000 degrés du chalumeau à oxygène. Dans ces conditions, le diamant s'est quelquefois recouvert d'une couche noire assez adhérente qui disparaisait lentement dans le mélange de potassium et d'acide azotique, mais je n'ai jamais obtenu de graphite.

[1] H. MOISSAN, *Description d'un nouveau four électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1031).

[2] Nous avons pu transformer avec facilité un diamant en graphite dans un petit creuset de charbon formant l'extrémité de l'électrode positive d'un arc de 30 volts et 40 ampères. Cet arc était produit par une petite machine dynamo actionnée par un moteur à gaz de 4 chevaux.

Digitized by Google

Je ferai remarquer aussi qu'en brûlant des diamants du Cap pour en obtenir les cendres et les soumettre à l'analyse j'ai toujours vu qu'au moment de sa combustion le diamant se recouvrait d'un enduit noir, fait qui avait été signalé autrefois par Lavoisier et vérifié depuis par M. Berthelot.

Bore. — Lorsqu'on place dans l'arc électrique du bore amorphe pur, préparé au moyen du magnésium [1], en projetant l'expérience comme nous l'avons indiqué précédemment, on voit le bore devenir rouge, s'entourer d'une grande auréole verte, puis disparaître sans présenter aucun phénomène de fusion. Après l'expérience, on trouve à l'extrémité de l'électrode des masses noires à aspect fondu, présentant quelques points cristallisés et qui sont formées par un borure de carbone de composition très simple.

Dans cette dernière expérience, il est très important d'avoir des électrodes en charbon aussi pures que possible. On ne doit pas oublier non plus que, si la masse de bore est un peu grande, en même temps que la combinaison de bore et de carbone se produit, il peut se faire de l'acide borique, qui fond avec rapidité, entre en ébullition, mais peut être enlevé ensuite facilement au moyen de l'eau bouillante.

Silicium. — Le silicium cristallisé, préparé par la méthode d'Henri Sainte-Claire Deville, est placé entre les deux charbons. Dès que l'arc jaillit, on voit très bien sur l'image projetée le silicium entrer en fusion, puis donner naissance à une véritable ébullition. Lorsque les électrodes sont refroidies, on trouve sur leur sommet, au milieu du graphite qui s'est formé, des cristaux, d'un vert pâle, de siliciure de carbone.

A cette haute température, le bore et le silicium peuvent donc facilement se combiner au carbone.

Préparation au moyen du four électrique du siliciure de carbone cristallisé, par Henri Moissan. — Le siliciure de carbone amorphe a été découvert par M. Colson [2], qui l'a obtenu en chauffant au rouge vif des cristaux de silicium dans un courant d'hydrogène chargé de vapeurs de benzine. Nous devons rappeler à ce sujet que, dans différentes Notes publiées aux *Comptes rendus*, MM. Schützenberger et Colson ont indiqué l'existence de nombreux composés renfermant du silicium et du carbonate unis à de l'oxygène, du soufre ou de l'azote. L'étude de l'action de l'arc électrique sur le silicium nous a conduit à préparer ce siliciure de carbone très bien cristallisé par quatre procédés différents.

1° *Combinaison directe du silicium avec le carbone.* — En essayant de faire dissoudre du carbone dans le silicium maintenu en fusion, au moyen d'un four à vent, nous avons obtenu, il y a plusieurs années déjà, ce composé sous forme de beaux cristaux dont la longueur atteignait plusieurs millimètres. Ces cristaux étaient mis en liberté en dissolvant le culot de silicium dans un mélange bouillant d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique. Cette première préparation nous démontre que le siliciure de carbone se forme avec facilité au milieu d'un dissolvant à une température comprise entre 1 200 et 1 400 degrés.

On prépare le même composé beaucoup plus simplement en chauffant au milieu de mon four électrique un mélange de silicium et de carbone dans les proportions de 12 de carbone et de 28 de silicium. On obtient dans ces conditions un amas de cristaux qui se purifient très bien en les maintenant d'abord dans un mélange à l'ébullition d'acide fluorhydrique et d'acide azotique monohydraté, puis en les traitant par le mélange oxydant de M. Berthelot : acide azotique et chlorate de potassium. Les cristaux sont le plus souvent colorés en jaune, mais peuvent être tout à fait transparents et quelquefois présenter la couleur bleue du saphir. Les cristaux transparents se préparent en opérant rapidement dans un creuset de charbon fermé et en employant du silicium aussi exempt de fer que possible.

2° *Cristallisation dans le fer fondu.* — On chauffe dans le four électrique du siliciure de fer en présence d'un excès de silicium. Le culot qui reste après l'expérience est attaqué par l'eau régale pour enlever tout le fer. Le résidu cristallin est maintenu plusieurs heures dans un mélange d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique, enfin traité huit à dix fois par le mélange oxydant au chlorate de potassium.

On obtient de même un culot métallique contenant des cristaux de siliciure de carbone en chauffant dans le four électrique un mélange de fer, de silicium et de carbone ou, plus simplement, un mélange de fer, de silice et de charbon.

3° *Réduction de la silice par le charbon.* — On peut obtenir le même composé en réduisant la silice par le charbon dans le creuset du four

[1] H. Moissan, *Préparation du bore amorphe* (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 392).

[2] Colson, *Sur de nouveaux composés carbosiliciés* (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1316).

Digitized by Google

électrique [1]. Les cristaux de siliciure de carbone ainsi préparés sont moins colorés que ceux qui ont été préparés par solubilité dans le fer, à la condition d'employer de la silice et du charbon bien purs.

4° *Action de la vapeur de carbone sur la vapeur de silicium.* — Un procédé plus original de la préparation du siliciure de carbone cristallisé consiste à faire réagir la vapeur de carbone sur la vapeur de silicium. L'expérience se fait dans un petit creuset de charbon de forme allongée et renfermant un culot de silicium. Le bas du creuset est porté à la plus haute température du four électrique et après l'expérience on trouve dans l'appareil des aiguilles prismatiques très peu colorées, très dures et peu cassantes de siliciure de carbone.

Propriétés. — Le siliciure de carbone cristallisé est, comme on vient de le voir, un composé qui se produit à haute température. Sa stabilité est très grande, il résiste aux réactifs les plus énergiques. M. Colson avait d'ailleurs établi nettement cette propriété pour le siliciure amorphe.

Le siliciure de carbone bien exempt de fer est incolore ; ses cristaux très nets se présentent quelquefois sous forme d'hexagones réguliers. Quelques-uns possèdent, mais rarement, des impressions triangulaires et des stries parallèles ; à première vue, pour un œil exercé, il est impossible de les confondre avec celles du diamant. Du reste, ces cristaux agissent vivement sur la lumière polarisée, et dans ces conditions s'irisent de belles couleurs. Leur densité est de 3,12 ; ils possèdent une grande dureté, rayent avec facilité l'acier chromé et le rubis. Il suffit de frotter, avec une pointe de bois dur, quelques poussières de siliciure de carbone cristallisé sur la surface polie d'un rubis pour obtenir des raies profondes et très accusées.

Chauffés dans l'oxygène à la température de 1 000 degrés, ils sont inaltérables. On peut les chauffer de même à l'air au moyen du chalumeau de Schlœsing sans qu'il ait trace de combustion. La vapeur de soufre ne les attaque pas à 1 900 degrés. Dans un courant de chlore à 600 degrés pendant une heure et demie l'attaque n'est que superficielle [1]. Elle devient complète à une température voisine de 1 200 degrés. L'azotate de potassium ou le chlorate de potassium en fusion ne produisent aucune attaque.

Il en est de même de l'acide sulfurique bouillant, de l'acide chlorhydrique et de l'acide azotique. L'eau régale et le mélange d'acide azotique monohydraté et d'acide fluorhydrique qui dissout avec facilité le silicium sont sans action sur les cristaux de siliciure de carbone.

Le chromate de plomb attaque ce composé ; mais, pour brûler complètement le carbone dans un tube de verre, il faut répéter l'opération plusieurs fois sur le même échantillon.

La potasse caustique en fusion désagrège ce siliciure, lui fait d'abord subir un véritable clivage, puis finit par le dissoudre après une heure de chauffe au rouge sombre, avec production de carbonate et de silicate de potassium. Cette dernière réaction permet de doser la silice, tandis que le carbone peut être pesé sous forme d'acide carbonique par combustion, en présence du chromate de plomb.

Analyse. — Le dosage du carbone se fait sur 100 mgr à 200 mgr, que l'on chauffe dans une nacelle de platine contenant du chromate de plomb à une température un peu supérieure à 1 000 degrés. L'expérience se fait dans un tube de porcelaine de Berlin, traversé par le courant continu d'oxygène.

Le silicium, pesé à l'état de silice, a été obtenu en attaquant 200 mgr de siliciure par un mélange d'azotate et de carbonate de potassium en fusion; le résidu a été repris par l'acide chlorhydrique, puis évaporé à sec. Une fois l'attaque terminée, l'analyse se conduit comme un dosage de silice dans un silicate.

Nous avons obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	Théorie.
Silicium.....	69,70	69,85	70
Carbone.....	30	29,80	30

Ces analyses nous ont permis d'établir que les cristaux de siliciure de carbone, obtenus par les différents procédés que nous avons décrits, répondaient tous à la formule SiC.

A ces températures de l'arc électrique, il ne se produit qu'une seule combinaison du silicium et du carbone, la plus simple, celle qui est formée d'une molécule de chaque élément. Ce siliciure dont la stabilité est si grande sera, pour nous, le type de toute une classe de composés préparés au moyen du four électrique et que nous décrirons successivement.

[1] A la fin de l'année dernière, on a indiqué la découverte, en Amérique, d'un corps dur pouvant rayer le diamant, auquel on a donné le nom de *carborundum*. Ce produit se prépare en faisant jaillir l'arc au milieu d'une masse de silice, de coke, d'alumine et de sel marin. Le mélange obtenu dans ces conditions est d'une couleur sombre et renferme une notable quantité de siliciure de carbone cristallisé.

[1] Sur 0,23 gr on n'a perdu, dans ces conditions, que 0,012.

Digitized by Google

Les phares électriques, par A. Bochet

Dans une conférence faite dernièrement au Conservatoire des Arts et Métiers et dont la *Revue scientifique* a publié le texte, M. Bochet a d'abord fait un historique très complet des perfectionnements apportés successivement au système d'éclairage des phares, tant en ce qui concerne l'appareil optique que la source de lumière employée.

Après avoir rappelé que la lumière électrique fut employée, pour la première fois, le 26 décembre 1863, au phare sud de la Hève et a été, depuis cette époque, successivement appliquée à un certain nombre d'autres phares de premier ordre, M. Bochet aborde le sujet principal de sa conférence, c'est-à-dire l'examen des dispositions des phares modernes et des importants perfectionnements qui sont actuellement en voie d'application.

Nous pensons que nos lecteurs liront avec intérêt cet exposé si intéressant et nous ne saurions mieux faire que de reproduire, d'après la *Revue scientifique*, le texte de cette partie de la conférence :

« L'édifice supportant la lanterne est généralement une tour en maçonnerie. On emploie aussi très avantageusement, dans certains cas, des constructions métalliques. L'édification de ces tours présente souvent de grandes difficultés en raison des emplacements qui leur sont obligatoirement assignés. Pour vaincre ces difficultés, des solutions très ingénieuses ont été imaginées et de véritables tours de force ont été accomplis dans l'exécution des travaux. Je ne puis m'arrêter longuement sur cette question, mais, pour en donner un aperçu, je citerai la construction du phare d'Ar-men, situé à la pointe de la Bretagne, sur les écueils redoutables de la chaussée de Sein.

« En raison de la longueur de cette chaussée et des dangers de ces parages, les feux de la côte ne donnaient pas un guide suffisant aux marins. La création d'un phare sur la chaussée elle-même s'imposait. En raison des difficultés d'exécution, on songea d'abord à installer un feu flottant. Mais, de l'avis unanime des marins, aucun navire n'aurait pu tenir dans ces parages où la mer, presque toujours mauvaise, devient souvent terrible.

« On dut donc se décider à la construction d'un phare sur l'un des écueils de la chaussée. Après un examen minutieux, on choisit le rocher d'Ar-men.

« Ce rocher présente, au niveau des plus basses mers, 7 à 8 m de large sur 12 ou 15 m de long.

« Pour fixer un massif de maçonnerie sur cet étroit sommet, on ne pouvait employer les moyens habituels, consistant, par exemple, à creuser sur le pourtour une rigole d'encastrement. La seule opération qu'on jugea praticable fut de faire percer dans la roche un grand nombre de trous de fleurets, de 30 cm environ de profondeur, d'y sceller des tiges de fer dépassant la roche d'une certaine longueur, d'établir entre ces tiges une maçonnerie de ciment à prise rapide et d'introduire dans cette maçonnerie d'autres tiges verticales ainsi que des chaînes horizontales de fer, de manière à s'opposer à toute disjonction.

« On comprend les énormes difficultés d'un semblable travail sur une roche étroite qui, même au moment des plus basses mers et dans les circonstances les plus favorables, était souvent balayée par les vagues.

« On s'adressa aux pêcheurs de l'île de Sein qui passent leur vie au milieu de ces écueils et qui sont en mesure de profiter des moments favorables. Après quelques essais et bien des hésitations, ils acceptèrent de se charger de ce travail.

« Pendant la campagne de 1867, ils parvinrent à percer quinze trous de 0,30 m de profondeur, sur les points les plus élevés et, par conséquent, les plus favorables. Chaque ouvrier était muni d'une ceinture de sauvetage, souvent même il s'attachait à une corde fixée à la roche. De temps en temps une lame un peu plus forte que les autres balayait tout ce petit chantier ; les ouvriers s'accrochaient aux aspérités de la roche et laissaient passer la lame. S'ils étaient entraînés, ils remontaient rapidement à leur poste, grâce aux précautions prises.

« L'année suivante, trente-quatre nouveaux trous furent percés, ce qui faisait quarante-neuf trous. On commença alors à maçonner et, dans le courant de l'année 1869 jusqu'à la fin du beau temps, on put accoster vingt-quatre fois la roche, y travailler 12 heures en tout et exécuter environ 25 m^3 de maçonnerie de ciment.

« Ce travail résista heureusement aux tempêtes de l'hiver et on put continuer les années suivantes. Pendant les sept premières années on accosta quatre-vingt-six fois la roche, on travailla pendant cent cinquante heures pour exécuter 136 m^3 de maçonnerie et élever la tour de 2,80 m. Le prix du mètre d'élévation de la tour fut de 71 000 fr pendant cette période.

« Le travail devint naturellement de plus en plus facile au fur et à mesure de l'élévation de la tour, et la maçonnerie fut achevée en 1880. Le phare fonctionna l'année suivante, en 1881.

Digitized by Google

« Cet exemple fait ressortir les difficultés toutes spéciales qui se présentent dans l'exécution de travaux de ce genre, travaux qui, en outre, exigent des soins particuliers en raison de la solidité qu'il faut donner aux édifices des phares pour les mettre en état de résister aux attaques des vagues et des tempêtes auxquelles ils sont exposés. On peut se faire une idée de la violence des efforts auxquels les phares sont soumis par l'amplitude des oscillations qui en résultent. On estime que, pour un phare de 50 à 60 m de hauteur, ces oscillations peuvent atteindre 0,60 m au sommet quand le vent souffle par bourrasques successives.

« Un gardien du phare de Dunkerque, vieux marin, m'a dit avoir eu, certain jour, les plus grandes peines à se tenir dans la lanterne. Les oscillations étaient si fortes et si brutales que les lampes dansaient d'une manière dangereuse dans leurs encastrements, à tel point qu'on s'est préoccupé de les fixer plus complètement.

« Les sources lumineuses employées actuellement sont presque exclusivement la lampe à huile minérale et l'arc voltaïque.

« Comme lampe à huile, on emploie des appareils à une ou plusieurs mèches. Pour les petits appareils, ces lampes ont la disposition des lampes usuelles : l'huile monte au bec par capillarité seulement ; pour les grands appareils, on fait usage de la lampe à niveau constant, dans laquelle le niveau de l'huile minérale est maintenu constamment à quelques millimètres au-dessous de la partie supérieure des mèches, grâce à la disposition connue du vase de Mariotte. Sur ces lampes est, en outre, agencé un système permettant d'utiliser l'huile végétale anciennement employée. On emploie aussi des lampes à modérateur, où l'huile est élevée sous l'action d'un piston pesant; le débit est réglé par une tige plus ou moins engagée dans le tube d'arrivée de l'huile.

« Pour les phares électriques, la lampe la plus employée est le régulateur Serrin. Le courant est fourni par des machines magnéto-électriques de Méritens. Ces machines donnent des courants alternatifs.

« Ces lampes sont placées dans des appareils optiques classifiés en divers ordres suivant leur diamètre, comme l'indique le tableau suivant :

Ordre.	Diamètre.	Puissance de la lampe à huile — Carcels.
1.....	1,84 m	36 ou 50
2.....	1,40 m	24
3.....	1 m	15
4.....	0,50 m	6,5
5.....	0,30 m	2

« Pour bien utiliser la source lumineuse, il faut l'envelopper aussi complètement que possible d'un appareil optique concentrant, suivant les directions utiles, les rayons émis de tous côtés.

« Nous avons vu quels perfectionnements ont été successivement apportés aux optiques pour réaliser le mieux possible cette condition. L'appareil holophotal de Stévenson y satisfait d'une manière complète. Cet appareil se compose d'une lentille à échelons et de prismes catadioptriques placés à la partie antérieure de l'appareil, projetant suivant une direction unique les rayons qui les frappent. Un miroir catadioptrique ramène au foyer de la lentille les rayons émanant de la source et dirigés vers la partie postérieure de l'appareil. Ces rayons viennent ainsi frapper l'optique de la partie antérieure de l'appareil et sont renvoyés en un faisceau unique avec les autres rayons. On voit donc que, grâce à cette disposition ingénieuse, tous les rayons de la source sont renvoyés suivant la même direction. Le passage de la lumière à travers les verres et sa réflexion occasionnent naturellement une certaine perte. De plus, comme je l'ai expliqué précédemment, les dimensions de la source donnent un peu de divergence au faisceau.

« Un dispositif de ce genre, concentrant tous les rayons de la source en une direction unique, donne au faisceau le maximum de puissance possible pour une source donnée. Mais l'application aux phares est difficile en raison de la rapidité de la rotation ou des oscillations qu'il faudrait imprimer à l'appareil pour éclairer, à des intervalles assez rapprochés, les divers points de l'horizon. Je montrerai, dans un instant, comment on s'est rapproché de cette solution.

« Dans les phares actuels, ce sont toujours les dispositions indiquées par Fresnel qui sont en usage.

(*à suivre.*)

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Praktische Dynamokonstruktion von Ernest Schulz [Construction des dynamos au point de vue pratique], par Ernest Schulz, ingénieur.

Berlin, Julius Springer, 1893, *Munich*, R. Oldenbourg.

L'auteur a dédié cet opuscule à son professeur le Dr Wilhelm Kohlrausch.

Ce petit ouvrage est un guide, débarrassé des grandes difficultés, destiné aux personnes qui abordent l'étude et les calculs des machines dynamo-électriques. Ainsi expurgée des longs développements qu'on rencontre dans les ouvrages techniques de haute envolée, cette étude sera d'une lecture facile et utile non seulement aux jeunes étudiants, mais encore à cette catégorie de personnes à qui des occupations journalières d'un caractère impérieux ne permettent pas d'accorder un temps suffisant aux méditations que provoquent les volumineux traités.

De nombreux exemples de calculs et une abondance de figures dans le texte contribuent à rendre cette œuvre pratique et claire.

Em. Dieudonné.

Câbles d'éclairage électrique et distribution de l'électricité, par Stuart-A. Russel, traduction française par G. Formentin.

Un vol. in-16 de 352 pages avec 107 figures. Prix : 6 francs. *Paris, B. Tignol, éditeur.*

L'auteur a eu pour but de donner au lecteur une description des différents systèmes de canalisation et des types de câble employés pour la distribution de l'énergie électrique appliquée à l'éclairage.

Conçu dans un esprit absolument pratique, ce travail résume parfaitement tout ce qui a été fait jusqu'à présent en fait de canalisation d'éclairage électrique, et les nombreux renseignements qu'on y trouve permettront à l'ingénieur électricien d'étudier, en connaissance de cause, les divers projets qu'il pourra avoir à exécuter.

Dans un premier chapitre, qui constitue pour ainsi dire l'introduction du livre, l'auteur donne des notions générales sur le circuit électrique, sur les lignes aériennes et souterraines et sur les câbles isolés.

Les chapitres II et III ont pour objet l'étude des conducteurs, au point de vue de leur nature, de leur résistance électrique et de leur résistance à la rupture, de l'économie de fonctionnement, des effets de l'élévation de température, de la chute de potentiel, etc.

Les divers systèmes de distribution sont décrits dans le quatrième chapitre et cette description est complétée dans le chapitre V par une étude comparée des systèmes de distribution au point de vue économique.

Les diverses formes de conducteurs, l'étude des matières isolantes et des différents types de câbles font l'objet des chapitres VI à X.

Le chapitre XI est spécialement consacré à la vérification des câbles pendant leur fabrication, aux essais électriques et mécaniques qu'on doit leur faire subir, à la localisation des défauts, à la vérification des joints, etc.

Les canalisations à l'intérieur des bâtiments sont étudiées dans le chapitre XII.

Les données pratiques relatives aux lignes aériennes et aux lignes souterraines sont contenues dans les chapitres XIII et XIV. A titre de renseignement, l'auteur a, dans le chapitre XV, donné la description des divers types de canalisations souterraines actuellement en service tant en Europe qu'aux Etats-Unis.

Enfin le XVIe et dernier chapitre contient une série d'instructions pratiques sur la vérification des câbles pendant leur pose, sur celle des installations pendant leur fonctionnement, sur la localisation des défauts, etc.

La traduction du livre de M. Russel a été soigneusement faite et le traducteur n'a pas manqué de convertir en unités métriques les unités de mesure anglaises de l'ouvrage original.

Écrit sans aucune prétention, ce livre absolument pratique pourra donner d'utiles et précieux renseignements à tous ceux qui le consulteront.

A. M.

Electric light installations. Volume I. *The management of accumulators* [Les installations d'éclairage électrique. Volume I. Montage et entretien des accumulateurs], par sir David Salomons. 7e édition.

Un vol. in-12 cartonné de VIII-164 pages avec figures. — *Londres, Whittaker et Co, éditeurs.*

L'ouvrage de M. David Salomons est bien connu de nos lecteurs et l'accueil fait par le public aux diverses éditions de ce manuel nous dispense d'en faire l'éloge.

Nous devons toutefois constater que M. Salomons n'a cessé de compléter et de remanier son travail pour le tenir toujours au courant des derniers perfectionnements accomplis et que chaque nouvelle édition nous apporte des renseignements nouveaux. L'auteur n'a point cherché à faire œuvre de savant; il a, avec juste raison, écrit son livre pour être compris du plus grand nombre, et les indications qu'il donne peuvent être suivies sans hésitation, car c'est un véritable praticien qui cherche à faire profiter ses lecteurs de l'expérience qu'il a acquise.

A. M.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 146 14 Octobre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

" L'ÉCLAIR " COMPTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

POUR COURANTS CONTINUS ET ALTERNATIFS

Nous avons déjà présenté à nos lecteurs, il y a près de deux ans[1], le premier modèle de ce compteur, qui n'a cessé d'être perfectionné depuis et dont la forme extérieure a complètement changé ; ayant parlé du premier modèle, nous avons pensé qu'il serait intéressant de présenter aux lecteurs du journal le dernier modèle de cet appareil. Pour ne pas renvoyer continuellement à la première description, nous rappellerons sommairement le principe de l'appareil et nous passerons ensuite à la description de ses organes.

Principe du fonctionnement

Cet appareil est un compteur à intégration discontinue, c'est-à-dire qu'il effectue périodiquement la mesure de l'énergie fournie au circuit sur lequel il est branché.

La somme de ces lectures est enregistrée par un totalisateur qui donne, au bout d'un temps quelconque, la dépense en hectowatts-heure $\Sigma EI dt$.

Les deux parties essentielles sont : un moteur à vitesse constante alimenté par une dérivation du courant principal et un appareil de mesure qui est un électrodynamomètre-balance formé de deux bobines, l'une fixe parcourue par le courant principal I, l'autre mobile insérée dans le même circuit dérivé que le moteur.

L'attraction de ces deux bobines, et par conséquent la pression exercée par la bobine mobile sur une butée réservée dans la bobine fixe, est proportionnelle aux watts EI, elle est mesurée par la durée (ou l'angle) de torsion d'un ressort dont l'un des bouts est entraîné par un axe (axe principal) relié au moteur, tandis que l'autre est fixé à un disque monté librement entre pointes ; ce disque porte une came saillante qui vient rencontrer un butoir fixé sur la tige de la balance.

L'appareil mesure le temps pendant lequel il faut tordre le ressort pour faire équilibre au couple électrique. L'équilibre atteint, la came soulève le butoir de la balance et échappe, en sorte que l'opération peut recommencer au tour suivant ; l'intégration et l'enregistrement de ces lectures ou torsions successives se font au moyen d'un compteur de tours relié à l'axe principal par l'intermédiaire d'une grande route dentée, montée sur cet axe et entraînée par le frottement d'une rondelle faussée.

Un système contrôleur de doigts et de cliquets est mis en jeu par le mouvement du disque à ressort et de l'axe principal, de façon à libérer cette roue dentée pendant tout le temps que dure la torsion du ressort ; cette roue participe donc au mouvement uniforme de l'axe principal pendant la durée des torsions successives, et comme il en est de même du totalisateur, celui-ci indique bien la dépense totale $\Sigma EI dt$.

Description de l'appareil

D'après ce qui précède, notre compteur comprend donc cinq organes essentiels :

1° Un moteur électrique ;

2° Une balance électrodynamique ou wattmètre ;

3° Un train d'engrenages reliant l'axe du moteur à l'axe principal ;

[1] Voir *Électricien*, 2e série, tome Ier, page 1.

Digitized by Google

4° Une came élastique comprenant un disque monté sur pointes, sa came et son ressort ;

5° Un mécanisme de lecture automatique et d'enregistrement.

Tous ces organes sont réunis et montés sur un bâti robuste en métal fondu surmonté d'une potence qui porte les balais et le régulateur du moteur électrique. Le tout est vissé sur un socle isolant muni de quatre vis calantes et recouvert d'une boîte hermétique.

Les quatre câbles d'entrée et de sortie du courant (deux câbles de la station et deux câbles de l'abonné) pénètrent dans la cage par des trous ménagés dans le socle et aboutissent à quatre bornes isolées et fixées sur le devant de l'appareil au-dessous du cadran du totalisateur.

Moteur électrique

C'est un moteur genre Gramme à axe vertical monté sur billes ; la vitesse en est maintenue constante par l'emploi d'un régulateur spécial.

L'inducteur (14) et l'induit (9) sont en série avec le galvanomètre (21) et un rhéostat (47) qui complète le circuit dérivé.

Le régulateur (15) qui agit électriquement a un double but : au repos il assure le démarrage en mettant en court-circuit une partie de la résistance de la dérivation (la bobine de fil fin du galvanomètre et le rhéostat), ce qui triple à ce moment le courant dérivé et l'effort moteur [1].

Pendant la marche il règle la vitesse indépendamment de son action mécanique, en mettant en court-circuit une partie variable de l'induit, lorsqu'il atteint une certaine position [2].

Balance électrodynamique

La bobine fixe (17) est reliée d'une manière invariable au bâti.

La bobine mobile (21) est fixée à l'extrémité d'un fléau vertical ; elle repose par l'intermédiaire d'une barrette transversale et de deux pointes d'acier trempé sur deux petites cuvettes d'acier en forme de cône et de V, solidaires du bâti. Un contrepoids maintenu par un contre-écrou ramène le centre de gravité sur les pointes, tandis qu'un petit poids mobile sert à donner une certaine pression sur la butée réglable (18) montée au centre de la bobine fixe.

Cette pression initiale correspond à une torsion d'environ 20 degrés du ressort [3].

[1] L'induit du moteur est un disque plat sur lequel sont enroulées cinq bobines de fil fin, il est maintenu dans un porte-induit en métal fondu monté sur l'axe ainsi que son collecteur. A l'extrémité de l'axe sont fixés, en outre, un contact platiné en communication avec la masse et une coulisse reliée à une des lames du collecteur dont l'extrémité porte également un grain de platine. Cet axe, muni d'une vis sans fin, repose par un cône d'acier trempé sur huit billes qui roulent dans une cuvette de même nature ; il est guidé à sa partie inférieure dans une crapaudine vissée dans un pont du bâti. L'induit tourne dans une chambre ménagée dans le bâti et fermée en dessus par l'inducteur. Cet inducteur circulaire est formé de deux pièces polaires planes reliées par deux équerres et deux boulons portant les bobines.

Les balais sont des pinceaux de fil d'argent montés au bout d'un fil ou d'une lame de maillechort élastique fixée à la potence.

Le régulateur est un pendule conique suspendu à la potence par un ressort à boudin, il comprend une tige filetée sur laquelle peut se déplacer une boule de réglage et un poids inférieur dans lequel est isolée une petite queue qui sert à son entraînement par la coulisse.

[2] En effet, lorsque le régulateur vient toucher le bout de la coulisse, le courant dérivé, au lieu de traverser directement l'induit, passe en partie d'un balai à l'autre par le régulateur.

[3] La bobine fixe est une galette formée par l'enroulement sur un noyau central d'un ruban de cuivre rouge isolé par l'interposition d'une toile enduite de gomme-laque.

La bobine mobile est également une galette plate en fil fin gomme-laqué, enroulé sur une bobine formée d'un noyau isolant et de deux joues en laiton, isolées, auxquelles est rivé le fléau vertical.

Digitized by Google

Rouage et came élastique

Le mouvement du moteur est transmis au moyen d'une vis sans fin et d'un train d'engrenages à l'axe principal de l'appareil[1] (31). L'axe du disque à ressort (30) est monté entre pointes, dans le prolongement de l'axe principal ; il est ainsi entièrement libre et n'est entraîné que par le ressort. Ce dernier est formé de deux spiraux plats (28) disposés en sens inverse, dont les extrémités extérieures sont solidaires de l'axe principal et les bouts centraux calés sur le moyeu du disque. Sur ce disque est fixée la came en acier (27*b*) destinée à attaquer à chaque tour le butoir (20) de la balance.

Un toc limite à 180 degrés environ la torsion des ressorts, en venant buter contre le porte-ressort qui entraîne alors directement le disque. Cet angle correspond à la capacité limite du compteur.

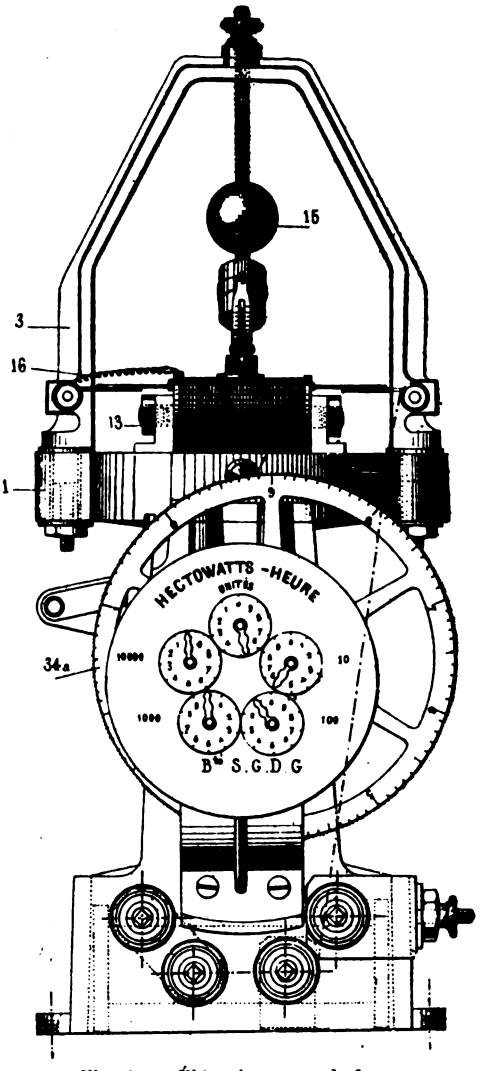


Fig. 1. — Élévation, vue de face.

Mécanisme de lecture automatique et d'enregistrement

Il comprend :

1° Un embrayage à friction, relié au totalisateur ;

2° Un système de doigts contrôleur des lectures.

1° Embrayage a friction

Une grande roue (34*a*) finement dentée sur son pourtour, montée en dehors du bâti à l'autre extrémité de l'axe principal, participe au mouvement de cet axe pendant la durée des lectures ; l'entraînement se fait par la pression d'une rondelle faussée serrée contre ce disque. Ce mouvement de rotation est transmis au totalisateur par un toc à coulisse et un engrenage réducteur.

Le totalisateur porte cinq cadrans et indique la dépense en hectowatts-heure.

2° Système de doigts controleurs

Le mouvement de la roue dentée est contrôlé par un dispositif mécanique comprenant :

a. — Un axe (37) (axe des doigts) sur lequel sont montés un doigt (40) (doigt de zéro) et un cliquet (38) commandant la roue dentée.

[1] Le train d'engrenages ramène la vitesse de l'axe principal à 1/3 de tour par minute, tandis que celle du moteur est de 150 tours ; il comprend une roue dentée engrenant avec la vis sans fin et un pignon engrenant avec une grande roue montée sur l'axe principal. Sur cette roue est fixée une pince formant porte-ressort.

Digitized by Google

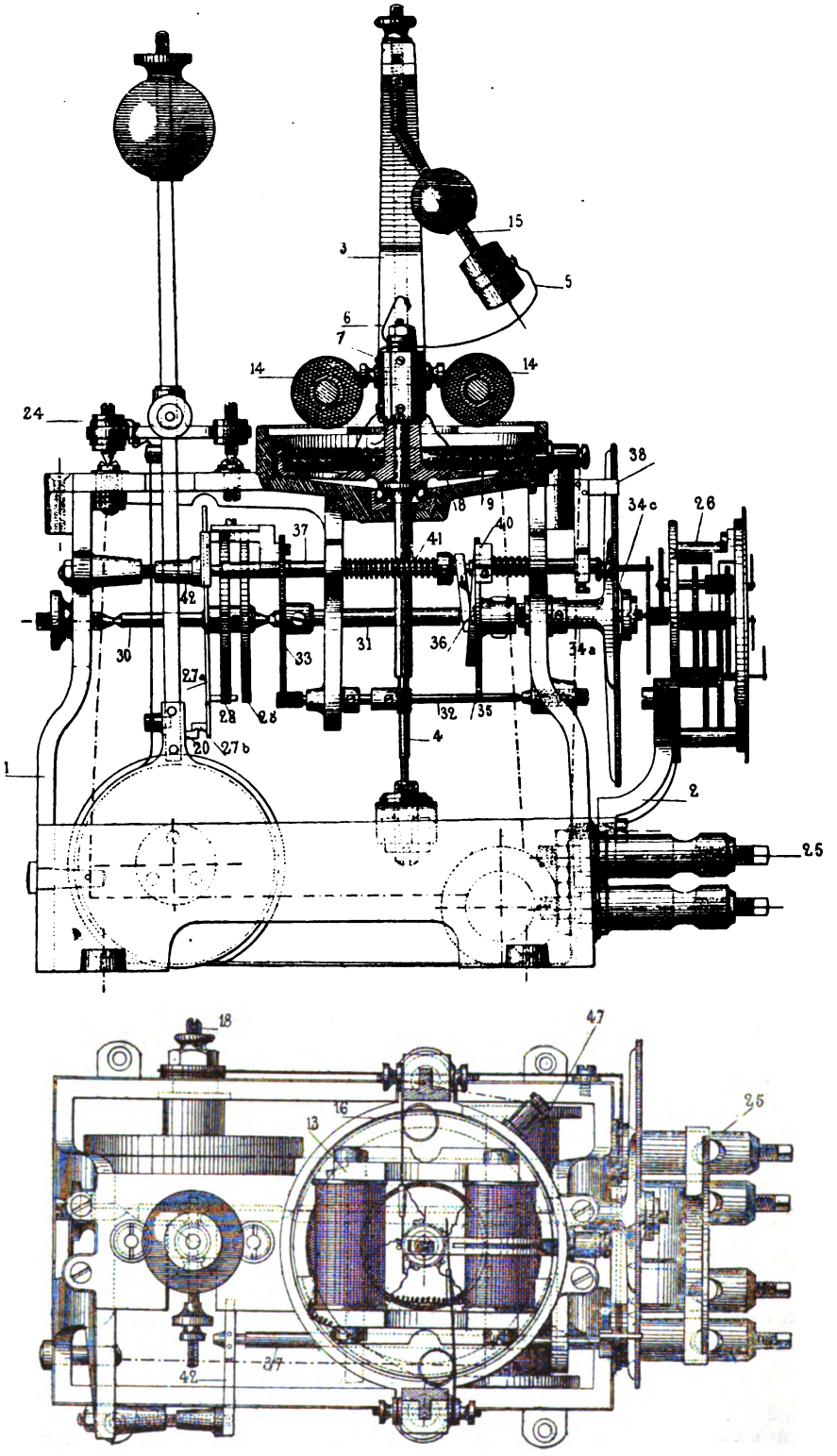


Fig. 2 et 3. — Élévation et plan du compteur « l'Éclair ».

Digitized by Google

Un ressort à boudin, agissant par compression et torsion, tend à le faire glisser du côté de la grande roue et à y appliquer le cliquet.

b. — Une roue à came (35), montée sur l'axe principal en face du doigt de zéro, porte une saillie circulaire d'environ 270 degrés et présente latéralement une came en hélice. L'extrémité de la saillie est décalée de 20 degrés en arrière de la position naturelle de la came du disque à ressort (27*a*).

c. — Une fourchette (36) qui s'engage dans des collets ménagés dans l'axe principal et

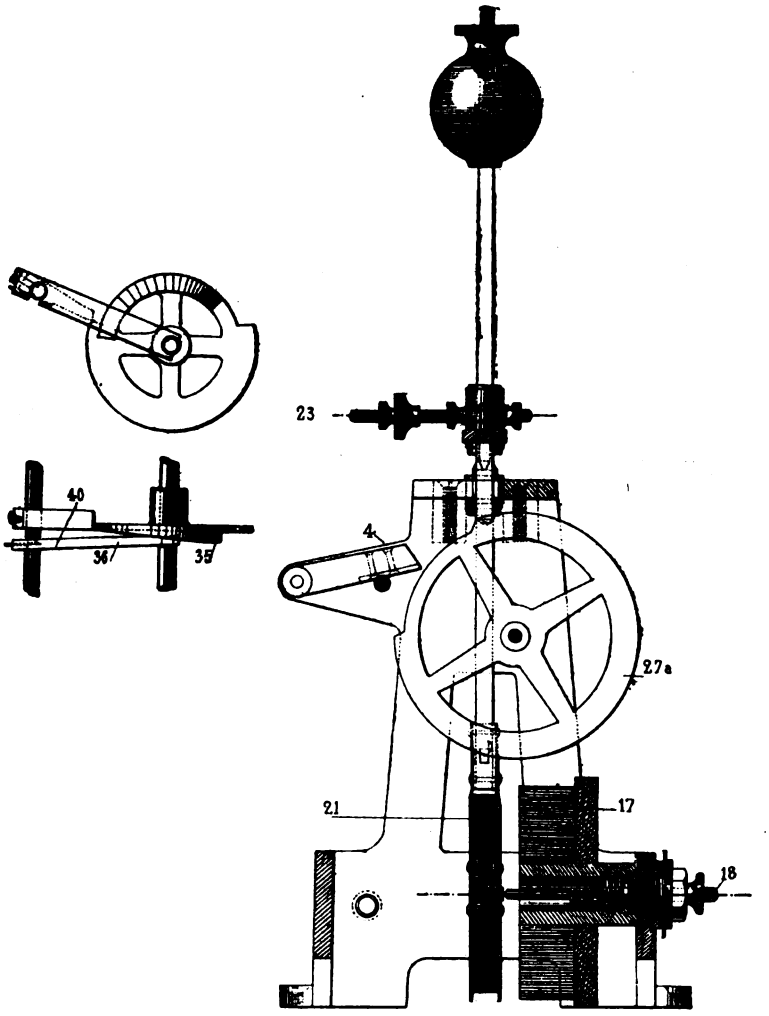


Fig. 4. — Élévation, vue d'arrière. Détail de la roue camée.

l'axe des doigts et forme liaison entre eux ; cette fourchette étant poussée latéralement par la came-hélice, communique ce mouvement à l'axe des doigts.

d. — Un doigt (42) (doigt de freinage), placé en face du disque à ressort sur lequel il appuie par son poids, jusqu'à ce qu'il se trouve en présence d'une encoche ménagée dans ce disque ; il retombe alors sur le bout de l'axe des doigts, où il s'engage dans un cran.

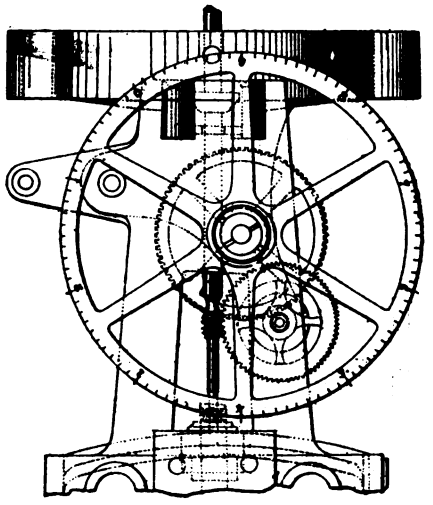
Le fonctionnement s'opère de la manière suivante :

Avant le commencement de la lecture, c'est-à-dire avant que le disque à ressort n'attaque le galvanomètre, la came en hélice a ramené en arrière l'axe des doigts en com-

Digitized by Google

primant le ressort à boudin ; le cliquet glisse sur la grande roue sans la quitter ; le doigt de freinage ne touche plus le disque à ressort et retient l'axe des doigts par son cran ; le doigt de zéro est maintenant en face de la roue camée, mais se trouve dans son encoche.

Le disque à ressort est arrêté par le fléau de la balance et les ressorts se tordent d'environ 20 degrés ; le doigt de zéro est alors sur le point d'être soulevé avec le cliquet par la saillie de la roue camée. Cette torsion de 20 degrés correspond exactement à la pression initiale sur la butée, due au contrepoids réglable de la balance. C'est donc à partir de ce moment que commence la véritable lecture.



Fir. 5. — Détail des rouages.

Le cliquet est soulevé et ne retient plus la grande roue qui partage le mouvement de l'axe principal, en entraînant le totalisateur. Cette rotation dure jusqu'au moment où la torsion des ressorts (à partir des 20 degrés initiaux) fait équilibre à l'attraction électrique des bobines, et cette durée est proportionnelle au produit EI. Quand l'équilibre est atteint, la came soulève le fléau et échappe ; le disque à ressort vient frapper brusquement le doigt de freinage qui lâche l'axe des doigts. Cet axe n'étant plus retenu glisse longitudinalement et lorsque le doigt de zéro a dépassé le bord de la came, le cliquet vient s'appliquer contre le grand disque, ce qui arrête son mouvement.

Lorsqu'il n'y a pas de lampes allumées, les ressorts se tordent toujours de 20 degrés, mais la came ne vient jamais soulever le doigt de zéro et le cliquet, l'axe des doigts étant lâché au moment où le soulèvement va se produire.

Connexions

Comme nous l'avons dit, l'appareil comprend un circuit dérivé unique, et le circuit de gros fil du galvanomètre en série avec les lampes. L'un des câbles de la station est relié à une borne I d'où le courant passe au centre de la bobine fixe par une bande de cuivre extérieure ; il en ressort par la périphérie et va aux lampes par la borne II ; des lampes le courant retourne à l'usine par les bornes III et IV reliées électriquement entre elles.

Le courant dérivé est pris aux bornes I et IV.

De I il va à la masse, pénètre dans la bobine mobile par une des pointes de suspension et en ressort par la seconde pointe isolée et la vis en V reliée au rhéostat. Du rhéostat, le courant passe au premier balai B, à l'induit, au deuxième balai B_2 à l'inducteur et à la borne IV.

Au moment du démarrage, la bobine mobile et le rhéostat sont mis en court-circuit, le courant dérivé passant directement de la masse à l'axe du moteur et par le régulateur au balai B_1, à l'induit, etc.

Étalonnage

Tous les compteurs donnent directement la dépense en hectowatts-heure.

Les divers types ne diffèrent que par l'enroulement des bobines de gros fil et le rapport de transmission de l'engrenage extérieur du totalisateur.

Digitized by Google

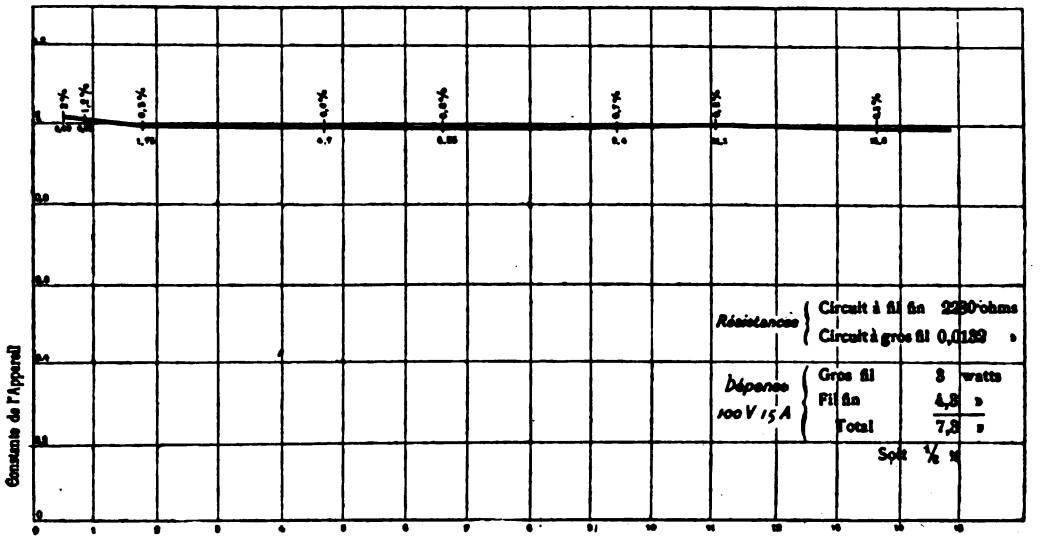
L'étalonnage de chaque appareil se fait simplement en réglant la vitesse du régulateur au moyen de son contre poids et en déterminant la position de la butée, c'est-à-dire l'écartement initial des bobines, à l'aide d'une vis qui porte cette butée.

Une graduation en 100 parties, tracée sur le grand disque denté permet une vérification immédiate [1].

Montage de l'appareil

Les organes de l'appareil sont montés sur un solide bâti en métal inaltérable et non magnétique, fondu en deux pièces.

Les axes y tournent dans trois mises en bronze prises dans la masse et une coquille à écrou. Tout le travail d'ajustage consiste à rectifier ces trous venus de fonte en ligne droite, en y passant un alésoir à la main.



Courbe obtenue avec un compteur « Éclair ».

Le montage sur billes du moteur supprime tout ajustage de précision; la boîte à billes et la vis crapaudine s'adaptant exactement dans les logements qui leur sont ménagés.

L'isolement est obtenu partout où il en est besoin par des tubes et rondelles d'ébonite.

Ce compteur présente les avantages suivants :

Il est remarquable par sa faible dépense d'énergie.

[1] Exemple : compteur de 15 ampères.

Le rapport de transmission est 5,62, c'est-à-dire qu'il faut 5,62 tours de la grande roue pour faire dix divisions (ou 1 tour) du premier cadran ; on a donc :

$$5{,}62 \times 100 \text{ divisions par heure} = 10 \text{ hectowatts-heure.}$$

$$1 \text{ division par heure} = \frac{10}{562} \text{ hectowatts-heure.}$$

Comme il y a 20 lectures par heure, 1 lecture de 1 division correspond à :

$$20\,\frac{10}{562} = 0{,}356 \text{ hectowatt.}$$

(ou 0.356 ampère à 100 volts); autrement dit il faut avoir :

$$\frac{1}{0.356} = 2.81 \text{ divisions par ampère et par lecture (à 100 volts).}$$

Soit 14 divisions par ampère pour 5 lectures (ou par quart d'heure).

Dans le compteur 25 ampères, où le rapport ci-dessus est 3.5, on a 7 divisions par ampère pour 4 lectures.

Dans le type 8 ampères, où le rapport de transmission est 1, le premier cadran donne des décawatts et il faut :

5 divisions par ampère pour une lecture.

Digitized by Google

Cette dépense se compose :

1° De la dépense constante dans la dérivation en fil fin alimentant le moteur et le fil fin du wattmètre ;

2° De la dépense variable suivant le nombre de lampes allumées dans le gros fil du galvanomètre.

La dépense constante dans la dérivation atteint à peine 4 ou 5 watts.

La dépense variable dans le gros fil correspond, au maximum, à une perte de charge de 0,3 volt, ce qui est insignifiant.

Aucune fraude n'est possible de la part du client, une fois que le compteur est plombé et scellé.

Les câbles qui pénètrent à travers d'étroites ouvertures par le dessous du socle sont inaccessibles, et d'un autre côté l'influence d'aimants extérieurs est négligeable, à l'encontre de ce qui se produit dans certains compteurs.

De plus, l'appareil de mesure n'étant pas à oscillation libre, il n'y a pas à craindre que des variations brusques de la dépense faussent les indications.

Quant à son degré d'exactitude, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ci-dessus une courbe obtenue au laboratoire de l'École de Physique et de Chimie de la ville de Paris, avec un de ces compteurs de 100 volts et 15 ampères ; les différences entre les ordonnées de cette courbe et de la droite de l'unité 1 représentent les erreurs de l'appareil, qui, comme on le voit, restent en-dessous de 1 0/0.

W.-C. Rechniewski.

TRANSPORT DE FORCE DANS LES MINES

Dans l'exploitation des mines d'or de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Sud on rencontre très souvent de grandes difficultés pour obtenir économiquement la force motrice nécessaire au broyage des minerais.

On cite de nombreux exemples où l'on a été obligé d'aller capter des sources à 40, 50 et même 100 km du lieu de l'exploitation, pour pouvoir actionner des moteurs hydrauliques d'une force relativement minime. On comprend que, dans ces conditions, le prix de revient du cheval effectif sur le lieu de consommation atteint des prix excessivement élevés, surtout dans ces pays où l'on ne peut faire usage que d'appareils fort simples et parfois rudimentaires, dont le rendement est forcément très faible.

Le moteur hydraulique le plus généralement employé, précisément à cause de sa simplicité et de sa solidité, est la roue de Pelton, que l'on rencontre dans presque toutes les installations californiennes et colombiennes. Ce moteur à axe horizontal est beaucoup trop connu pour que nous y insistions autrement ; nous dirons seulement que malgré les grandes vitesses auquel il fonctionne (4 à 500 tours par minute), son rendement est encore supérieur à 60 0/0, lorsqu'il est bien établi.

Depuis quelque temps aussi la turbine centripète système Victor tend à se propager, surtout lorsqu'il s'agit de fonctionner sous des chutes de plus de 200 pieds, et où le poids des appareils joue un rôle considérable dans la question du transport à pied d'œuvre.

Dans ces pays l'eau fait rarement défaut et on s'en montre généralement prodigue, on préfère dépenser une plus grande quantité d'eau et avoir des appareils de tout repos, ayant un faible rendement, plutôt que d'employer des moteurs serrant de près le rendement théorique, mais nécessitant beaucoup de soins dans la conduite et dans le montage.

Digitized by Google

Cependant, dans certaines exploitations, la quantité d'eau dont on dispose ne permet pas qu'on la gâche, et on est obligé pour obtenir la force dont on a strictement besoin, de recourir à des appareils donnant le maximum de rendement. L'eau est alors amenée par des aqueducs d'une construction soignée et très bien entretenus, puis utilisée dans des turbines ou dans des roues à haut rendement. Généralement ces installations ont donné de mauvais résultats économiques et on y a renoncé, parce que il est presque impossible, dans ces pays où on manque de tout, d'entretenir convenablement les appareils et où, chaque fois qu'une pièce mécanique vient à manquer, l'accident se traduit par un chômage de plusieurs semaines. On préfère aller chercher plus loin un supplément d'eau, même au prix de lourds sacrifices.

Lorsque la distance à parcourir est assez grande on a souvent intérêt à employer l'électricité, et on a déjà pas mal d'exemples de transport électrique de force dans les mines d'or.

Les dynamos dont on fait usage n'ont rien de bien particulier ; on cherche avant tout des machines simples et robustes, faciles à conduire. Les dynamos à haute tension de Thomson-Houston et celles du type Gramme supérieur sont généralement les plus employées. Quant à la ligne, dans presque toutes les installations, elle est établie avec un soin remarquable, afin d'éviter autant que possible les pertes et les accidents. Elle est munie aux extrémités de parafoudres qui, quoique très judicieusement installés, n'arrivent pas toujours à préserver les machines des orages éclatant sur le parcours de la ligne.

La tension employée ne dépasse guère 1 500 à 2 000 volts, quelle que soit la distance parcourue. On craint pour les isolants des machines qui sont quelquefois placées dans des locaux où la température atteint des valeurs assez élevées. Dans la majeure partie des installations américaines, à l'inverse de ce que font les ingénieurs français, on a supprimé d'une façon absolue les plombs fusibles de sûreté, que l'on considère à juste titre comme dangereux, par les effets de self induction qu'ils produisent.

Nous terminerons ici ces généralités pour étudier un exemple qui fonctionne déjà avec succès depuis trois ans dans la mine de la Compagnie de Faria (État de Minas-Geraës, Brésil).

Faria est à 560 kilomètres au nord de Rio-de-Janeiro dans le bassin du Rio das Velhas. Le gisement qu'exploite la Compagnie semble être constitué par une cheminée riche et épaisse prise dans un filon de quartz et pyrite. L'inclinaison de ce filon est d'environ 35 degrés et il affleure à flanc de coteau à une grande hauteur.

Pour atteindre le filon deux solutions pratiques se présentaient aux choix des ingénieurs : 1° ou une galerie horizontale devant avoir 345 à 350 m de longueur ; 2° ou un puits vertical placé dans la région du toit près du filon, dans une position déterminée. C'est à cette dernière que l'on s'arrêta.

La mise à exécution de ce projet exigea l'emploi de machines pour l'extraction et pour l'épuisement. La Compagnie de Faria ayant dans sa concession le droit d'utiliser l'eau du ribeirão de Macacos, qui roule sur d'assez fortes pentes un volume d'eau considérable, on décida d'étudier sur le terrain un tracé favorable pour l'exécution d'un canal d'amenée. Ce tracé partant d'une cascade comporte une longueur totale de 6 km et permet de créer une chute de 40 m de hauteur à l'arrivée du canal qui se trouve à plus de 1 000 m de distance du puits d'extraction et à 183 m en contre-bas. Pour commander les appareils d'extraction et d'épuisement placés à la tête du puits, c'est à l'électricité qu'on a eu recours, et ce avec le plus grand succès.

A Faria, le personnel dont dispose la Compagnie n'était, au début, en rien familiarisé avec les choses de l'électricité ; il fut décidé qu'en principe le mécanicien de l'extraction ne devrait avoir à toucher ni à la ligne ni à la dynamo pour faire les manœuvres. En ce

Digitized by Google

qui concerne l'épuisement, les mises en route et les arrêts étant très rares et les pompes ayant à accomplir un travail des plus réguliers, leur conduite ne présente aucune difficulté. Le programme à remplir était donc le suivant :

1° Deux transmissions distinctes : une pour l'extraction, l'autre pour l'épuisement.

2° Manœuvre du treuil d'extraction au moyen d'embrayages mécaniques sans rupture de circuit, les dynamos tournant toujours et le mécanicien de l'extraction n'ayant pas à y toucher ;

3° Possibilité éventuelle de doubler la puissance disponible au puits en doublant le nombre des dynamos génératrices et réceptrices, et en les couplant en tension de façon à ne rien avoir à changer ni à la ligne ni aux appareils mécaniques ;

4° Emploi de génératrices et de réceptrices identiques ;

5° Emploi comme moteurs hydrauliques de turbines à axe horizontal commandant les dynamos à l'aide de courroies ;

6° Emploi de lignes de transmission aériennes en câbles nus.

La force nécessaire au treuil d'extraction est d'environ 7 chevaux correspondant à une élévation de 50 tonnes de minerai à 40 m de hauteur, dans une journée de 12 heures, au moyen de bennes portant 420 kg et marchant à une vitesse de 1 m par seconde. La dynamo employée sur ce treuil, étudiée par M. Mégy, devait donc pouvoir développer une puissance minimum de 10 chevaux.

Pour l'épuisement, on a adopté une pompe à pistons du système Bréville, exigeant, dans l'état actuel des choses, 5 chevaux, mais disposée de façon à pouvoir en utiliser 10.

Comme le rendement entre la réceptrice et la génératrice avait été fixé *a priori*, par les ingénieurs de la Compagnie de Faria, à environ 50 0/0, on s'arrêta donc comme type de moteur hydraulique à une turbine de 20 chevaux effectifs de force fonctionnant sous 12 m de chute utile avec une vitesse de 225 tours par minute et un débit de 180 litres par seconde.

On a installé à Faria deux de ces turbines commandant à l'aide de courroies, l'une, une dynamo Gramme type supérieur n° 7 destinée au service de l'extraction, l'autre une dynamo Gramme type supérieur n° 6 assurant l'épuisement.

Les réceptrices sont identiques aux génératrices dans chaque service afin de faciliter et surtout de simplifier le montage et les réparations.

Les données principales de ces machines sont :

	Extraction	Epuisement
Machines Gramme type supérieur n°.	7	6
Force disponible de l'arbre de la réceptrice. . .	10 ch.	5 ch.
Différence de potentiel aux bornes de la génératrice.	330 v.	285 v.
Ampères dans le circuit.	33	20
NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE		
Génératrices	900	1 100
Réceptrices.	650	800
Longueur réelle de la ligne.	1 800 m	1 800 m
Résistance des conducteurs.	1,8 ohm	1,8 ohm
Poids de chaque dynamo.	1 300 kg	500 kg

Le rendement moyen des deux systèmes est d'environ 50 à 55 0/0.

Les dynamos réceptrices commandent directement le treuil d'extraction et la pompe d'épuisement.

Les deux lignes de transport sont constituées par des câbles nus de 36 fils de 1,9 mm de section chacun. Ces câbles sont attachés sur des isolateurs en porcelaine fixés sur des

Digitized by Google

poteaux distants de 18 à 20 m. Ces poteaux sont doubles, écartés l'un de l'autre d'environ 1,50 m et reliés entre eux par des traverses ; chacun d'eux supporte deux câbles.

Les lignes sont munies de parafoudres à pointes montés sur un commutateur qui permet :

1° De marcher en transmission avec parafoudre à la terre ;

2° De marcher en supprimant les parafoudres (en cas de diminution notable à la terre) ;

3° De mettre la ligne à la terre et les machines hors circuit.

Ces appareils, installés par M. Hirlé, ingénieur-directeur de la mine de la Compagnie de Faria, fonctionnent régulièrement depuis plus de 3 ans et demi et l'étude en a été faite par MM. de Bovet et Boulan, ingénieurs-conseils et membres du Conseil d'Administration de la Compagnie.

CH. HAUBTMANN.

CORRESPONDANCE D'ALLEMAGNE

Cologne, 1er octobre 1893

La première réunion annuelle de l'Union des Ingénieurs Électriciens d'Allemagne. — Il existe actuellement en Allemagne un certain nombre de sociétés d'électriciens, s'occupant spécialement de l'étude des questions techniques, et dont la plus importante est la Société Électrotechnique de Berlin ; des sociétés de moindre importance existent dans d'autres localités, notamment à Cologne et à Francfort-sur-le-Mein.

Il y a quelques mois, se fondait une nouvelle Société sous le nom « Verband der Elektrotechniker Deutschlands ». Le but de cette nouvelle Société est de traiter les questions d'électricité à la fois au point de vue technique et au point de vue commercial, de faciliter les relations entre les électriciens allemands et les autorités municipales, en un mot de prendre en main les intérêts communs de tous ceux qui s'occupent d'électricité à un titre quelconque.

Le siège social de cette Association est à Berlin ; elle admet comme membres tous les électriciens allemands, savants, ingénieurs ou praticiens. Dans la réunion générale qui aura lieu tous les ans, il sera donné lecture de mémoires sur des sujets présentant un intérêt général, lectures qui seront suivies d'une discussion. La Société pourra également représenter les autorités municipales et d'autres sociétés savantes.

En réalité, cette Association sera pour l'Allemagne ce que l'*Institution des Ingénieurs Électriciens* et la *Section d'Électricité de la Chambre de commerce* de Londres sont pour l'Angleterre et ce que la *Société internationale des Électriciens* et le *Syndicat professionnel des Industries électriques* réunis sont pour la France.

Ce qui caractérise particulièrement la nouvelle association allemande, c'est le grand développement qu'elle se propose de donner à la partie industrielle. On pourra du reste en juger par le résumé des séances tenues à Cologne lors de la première session annuelle, les 27, 28, 29 et 30 septembre dernier. Les communications qui ont été faites à cette occasion ont toutes présenté un grand intérêt.

Combinant les distractions avec les travaux sérieux, comme c'est du reste l'usage dans toutes les sociétés savantes d'Allemagne, le programme de la session comportait de nombreux attraits. Un grand nombre de membres de l'Association, accompagnés de leur famille et de leurs amis, se trouvaient réunis à Cologne le 27 septembre. Plus de cent sociétaires s'étaient rendus dans la matinée à la Société Électrotechnique de Cologne. Dans l'après-midi du même jour, lorsque les travaux de la session furent commencés, le nombre des sociétaires présents devint si considérable, que l'immense salle de la Société du Casino, où se tenait l'assemblée, était complètement bondée.

Le Dr Slaby, président de l'Union, ayant pris place au fauteuil, a exposé, dans son discours d'ouverture, le but poursuivi par l'Union et a

Digitized by Google

terminé en disant que la condition la plus importante et la plus nécessaire pour assurer l'existence de l'industrie électrique était de combattre les obstacles qui peuvent empêcher son développement et qu'il fallait le faire avec l'autorité de la science, avec intelligence et conviction.

Après un échange de félicitations, M. Sluzewski donne lecture du premier Rapport annuel sur le fonctionnement de l'*Union*. Au moment de la constitution de la Société, en janvier dernier, elle ne comptait que 34 membres, tandis qu'actuellement leur nombre est de 762.

On a ensuite procédé à la constitution du Bureau et du Conseil. Le Dr Slaby a été réélu président pour 1894; MM. Wilhelm von Siemens et Rathenau ont été nommés vice-présidents; parmi les membres du Conseil, composé de trente membres, se trouvent le Dr Budde, M. T. Guillaume, le Dr Heim, MM. Lahmeyer, Oscar von Miller, Naglo et Pollak, le Dr K. Streker, M. F. Uppenborn, directeur de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, et M. Wilke.

Il a été ensuite décidé que la session annuelle de 1894 se tiendrait à Leipzig. Une résolution tendant à ce que les membres de l'*Union* participent, sous certaines conditions, à l'Exposition qui se fera à Berlin en 1896 a été également votée.

Dans une communication relative à la charge des accumulateurs au moyen des courants alternatifs, M. Pollak dit qu'il serait avantageux, dans certains cas, de transformer en courants continus, sur les lieux mêmes de consommation, les courants alternatifs produits par une station centrale génératrice. On pourrait ainsi utiliser ces courants continus pour charger des accumulateurs et pour actionner des moteurs électriques. Les essais faits jusqu'à présent dans cet ordre d'idées n'ont pas donné de résultats satisfaisants, mais l'auteur est arrivé à une solution pratique par l'emploi d'un redresseur de courant de son invention. D'après la description donnée par M. Pollak, l'appareil qu'il a imaginé transformerait les courants alternatifs en courants continus ondulés. Le redresseur de courant se compose d'un commutateur tournant, mis en mouvement par un petit moteur synchrone à courants alternatifs. Les courants alternatifs arrivent à deux anneaux montés sur l'axe et les courants continus sont recueillis à l'aide de balais réglables, et cela sans production d'étincelles au collecteur.

Pour charger une batterie d'accumulateurs à l'aide du courant ainsi obtenu, il n'y a qu'un réglage à faire au commencement et à la fin de la charge. Le rendement, mesuré très soigneusement, a été trouvé égal à 98 0/0.

Les courants alternatifs redressés par cet appareil se comportent absolument comme les courants continus produits par les dynamos.

M. Pollak fait ensuite ressortir l'avantage qu'il y aurait à employer cette méthode dans l'exploitation des tramways électriques; en effet, le courant pourrait être envoyé sur la ligne avec une haute tension pour être transformé au lieu d'utilisation en courant continu à basse tension. L'appareil servant à effectuer cette transformation est simple et peu coûteux et peut également être utilisé, si besoin était, pour transformer des courants continus en courants alternatifs.

Après cette communication, les membres de l'Union ont pu voir fonctionner cet appareil, qui était utilisé pour charger des accumulateurs.

La soudure électrique par le procédé Thomson a été le sujet d'une communication faite par M. Ross qui, après la séance, a effectué des soudures avec les appareils qu'il avait décrits.

Le Dr Budde a présenté un Rapport sur les séances du Congrès des Électriciens tenu à Chicago et a spécialement insisté sur la détermination officielle des unités.

A l'ouverture de la séance du 29 septembre, M. Ross a décrit le procédé électrique de MM. Lagrange et Hoho, qui permet de porter les métaux à la température du blanc soudant et qui a tout récemment attiré l'attention des électriciens. Comme suite à cette communication, les auditeurs ont pu assister, dans l'après-midi, à une démonstration pratique de ce procédé dans l'usine de M. Gottfried Hagen, fabricant d'accumulateurs, et M. Ross a fait alors remarquer qu'il avait peut-être omis de dire, au cours de sa communication, que les métaux les plus réfractaires, tels que le platine et l'iridium, pouvaient être traités aussi facilement que les autres par ce procédé.

Après la communication de M. Ross, le docteur Kallmann a décrit un système de mesures spécialement applicable aux stations centrales. Il y avait également à l'ordre du jour une communication du Dr Sack sur la télégraphie et la téléphonie, mais elle a été renvoyée à une autre séance.

M. H. Voigt a soumis à la réunion certaines propositions pour arriver à l'unification des dimension des contacts et des vis employés dans les commutateurs, dans les appareils de sûreté et dans certains instruments destinés à des courants variant depuis 50 ampères jusqu'à plus de 1 000 am-

Digitized by Google

pères. Il a demandé à ce qu'il fût nommé une Commission spéciale chargée d'étudier cette question. L'Assemblée a voté la nomination de cette Commission et a décidé qu'un Rapport à ce sujet serait présenté à la session prochaine.

Le Dr C. Heim a présenté ensuite un Rapport sur un appareil destiné à l'essai de la résistance d'isolement des diélectriques servant à isoler les conducteurs d'éclairage électrique. Cet appareil portatif est contenu dans une boîte et comprend un galvanomètre très sensible muni de deux shunts permettant de diminuer à volonté la sensibilité de l'instrument d'un dixième ou d'un centième ; la boîte contient en outre une résistance de 10 000 ohms et une batterie de piles sèches dont le courant peut être gradué à volonté. Avec cet appareil on peut déterminer une résistance d'isolement depuis 1 000 ohms jusqu'à 30 méghoms, mais on ne peut l'employer pour la mesure de la résistance d'isolement des conducteurs souterrains.

Le Dr Heim décrit ensuite un nouveau rhéostat qui permet d'alimenter une lampe à incandescence ou un même groupe de lampes avec des courants dont la tension peut varier dans de très grandes limites.

Les travaux de la session étant terminés, les deux jours suivants ont été consacrés à des banquets et aux visites dans diverses usines électriques. La première session de l'Union des Ingénieurs électriciens allemands a été ensuite clôturée.

A. WILBOND.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Les phares électriques, par A. Bochet

(*suite* [1])

« Les appareils lenticulaires employés sont formés de lentilles à échelons. Les échelons sont assemblés avec joints inclinés pour éviter des pertes de lumière. Les courbures des diverses lentilles composant chaque panneau sont déterminées de façon à corriger l'aberration de sphéricité, c'est-à-dire l'erreur que la forme sphérique introduit dans la direction des rayons éloignés de l'axe pour une lentille ordinaire. La lentille à échelons pourrait, théoriquement, être prolongée indéfiniment pour utiliser le plus possible la lumière émise par la source. Mais, à mesure qu'on s'éloigne de l'axe, les rayons émanés du foyer viennent rencontrer la surface sous un angle de plus en plus aigu, et une partie de la lumière, de plus en plus grande, est réfléchie dans l'air au lieu de pénétrer dans la lentille. Il faut donc, à partir d'une certaine limite, employer un autre système pour diriger les rayons lumineux vers l'horizon. Pour cela, on a recours aux anneaux catadioptriques de Fresnel, dont j'ai parlé déjà.

« Il est de la plus grande importance de différencier nettement les divers phares d'une côte en leur donnant des aspects, des caractères bien distincts. Cette nécessité conduit à donner aux phares une série de dispositions particulières. Les caractères distinctifs attribués aux phares peuvent être divisés en cinq catégories :

« 1° Les feux fixes dont la lumière est dirigée en une nappe continue vers l'horizon ;

« 2° Les feux à éclats, dans lesquels la lumière est concentrée en une série de faisceaux qui balayent successivement l'horizon par suite de la rotation du phare. Ces feux peuvent être beaucoup plus puissants que les premiers, la lumière étant plus concentrée ;

« 3° Les feux fixes variés par des éclats obtenus avec des optiques de feux fixes entourées de panneaux mobiles formés de lentilles ramenant, parallèlement à eux-mêmes, les rayons divergents du feu fixe.

« On peut obtenir le même résultat en formant l'optique de panneaux de feux fixes séparés par des lentilles de feux à éclats et en imprimant à l'appareil un mouvement de rotation ;

« 4° Les feux scintillants sont des feux à éclats dans lesquels la durée des éclats est plus courte que celle des éclipses et dont les éclipses se succèdent à des intervalles très courts : cinq secondes et au dessous. On les appelle feux clignotants quand la durée des éclipses est très courte ;

« 5° Les feux colorés dont Fresnel avait rejeté l'emploi en raison de leur puissance relativement faible par rapport à celle des feux blancs.

« Dans les divers feux tournants, l'optique est placée sur un support mobile à galets, mis en mouvement par une machine de rotation. Cette

[1] Voir *Électricien*, n° 145, p. 246.

Digitized by Google

machine est actionnée par un poids soutenu par une corde enroulée sur un treuil.

« Un régulateur, le volant-pendule dont j'ai déjà parlé, maintient la vitesse constante.

« L'ensemble de l'appareil formant le phare proprement dit est placé dans une forte lanterne dont on incline quelquefois les montants afin d'éviter la formation de zones obscures à l'horizon. La lanterne peut être protégée elle-même par un filet contre les chocs produits par les oiseaux qui se précipitent sur les glaces. Une toiture appropriée et un paratonnerre complètent la lanterne.

« Les dispositions aujourd'hui en usage donnent de bons résultats et nos côtes sont bien éclairées par les temps ordinaires.

« Mais il importe que les feux des phares de grand atterrage, aidés au besoin en quelques points par des phares secondaires, se croisent le plus avant possible des côtes, et cela même par des temps brumeux, afin que les navigateurs, venant du large, soient fixés le plus tôt possible sur leur position par rapport à la côte.

« Pour atteindre ce but, il faut rapprocher suffisamment les phares et surtout augmenter leur puissance. Mais pour gagner un peu en portée par les temps brumeux, il faut augmenter dans des proportions énormes la puissance lumineuse, comme le montre le tableau qui suit :

INTENSITÉ en BECS CARCELS	PORTÉES KILOMÉTRIQUES				
	TEMPS BRUMEUX :		TEMPS MOYEN :		Temps clair Océan et Méditerranée.
	Océan.	Méditerranée.	Océan.	Méditerranée.	
800 000..	31,5	69	85	104	204
2 500 000..	38,5	75	94	119	228
5 000 000..	40,5	80	99	126	244
10 000 000..	42,5	84	105	134	260

« Un pas considérable vient d'être fait dans cette voie, et un système nouveau, que je vais décrire, est établi en ce moment au phare de la Hève, où il va être mis très prochainement en service.

« Les transformations faites aux dispositions anciennes portent à la fois sur l'appareillage électrique et sur le système optique.

« En ce qui concerne la partie électrique, les anciennes magnétos de l'Alliance sont supprimées et remplacées par quatre nouvelles machines, dont deux dynamos à courant continu produiront de 25 à 100 ampères sous 70 volts, et 2 magnétos Méritens à courants alternatifs donnant la même intensité sous une tension de 40 à 45 volts.

« Le courant émis sera utilisé dans des régulateurs Serrin, munis de charbons cylindriques à âme, de diamètres proportionnés aux intensités et variant de 10 à 23 mm.

L'optique destinée à remplacer les anciens feux fixes est d'un nouveau type imaginé par M. l'ingénieur en chef Bourdelles. C'est un appareil à éclats blancs se succédant toutes les cinq secondes et présentant sur les anciens appareils cette particularité que le nombre des panneaux lenticulaires qui, dans les phares de premier ordre, varie de 8 à 16, a été réduit à 4. La difficulté de faire tourner les panneaux avec la vitesse nécessaire pour que les éclats se produisent à des intervalles assez rapprochés avait empêché jusqu'alors de réaliser cette importante amélioration.

« Cette difficulté a été franchie de la façon la plus ingénieuse. Un flotteur, placé dans un bain de mercure, supporte les panneaux optiques dont le poids considérable est équilibré par la poussée du liquide. La résistance à vaincre, dans le mouvement de rotation, se trouve ainsi réduite au frottement sur le mercure. Grâce à cette disposition, le nouveau phare de la Hève pourra faire une révolution complète en vingt secondes, tandis que, pour les phares de premier ordre du type ordinaire, il faut quatre minutes au minimum.

« Ce nouvel appareil a été construit par la maison Sautter-Harlé et Cie. L'optique est formée de verre de composition spéciale sortant des usines de Saint-Gobain.

« Pour installer le nouvel appareil, on a démoli la lanterne carrée qui surmontait le phare nord de la Hève et on l'a remplacée par une lanterne circulaire à montants inclinés, couverte par une coupole en cuivre. Le feu sud sera supprimé en tant que phare de grand atterrage et servira uniquement de feu de direction pour les navires mouillant sur rade.

« Le tableau ci-contre, donnant les puissances lumineuses et les portées par temps clairs, en milles marins de 1 852 m, pour les différents systèmes qui ont été employés à la Hève, fait ressortir les immenses progrès réalisés :

APPAREILS	CARCELS.	MILLES
Lampes à huile avec réflecteurs.	800	41
Lampes à huile avec appareil lenticulaire fixe.....	2 000	49,5
Arc électrique avec appareil lenticulaire fixe.....	4 500	57,5
Arc électrique avec appareil lenticulaire à éclats.....	2 500 000	130,6

« Les phares électriques les plus récents, Ouessant, Belle-Isle, Harfleur, ont une puissance

Digitized by Google

de 600 000 carcels et une portée de 62 milles.

« Le nouveau phare de la Hève les dépassera largement et sera le phare le plus puissant du monde. .

« Si l'on ne tenait pas compte de la sphéricité de la terre et des accidents du sol, la lumière serait encore perçue à plus de 30 km au-delà de Paris.

« La portée géographique du feu se calcule par la formule $d = \sqrt{\frac{rh}{0,42}}$, où r est le rayon de courbure de la terre, $r = 6.366.953'$ et h la hauteur du foyer.

« Par suite de la réfraction dans les diverses couches d'air, le rayon lumineux est courbé vers la terre et la portée du phare est accrue

« Pour la Hève, la portée géographique est d'environ 23 milles. Elle est donc bien inférieure à la portée lumineuse. La puissance considérable du feu a pour effet, comme je l'ai expliqué précédemment, d'atténuer notablement la réduction de la portée résultant de l'absorption de la lumière par la brume.

« Pendant près de onze douzièmes de l'année, le feu à éclats de la Hève sera visible à sa portée géographique, alors que les anciens feux fixes n'atteignaient cette portée que pendant huit douzièmes au plus.

« Vous avez remarqué que les noms de tous les ingénieurs auxquels sont dus les progrès des phares sont des noms français.

« Nous pouvons être fiers de voir aujourd'hui encore la France au premier rang dans cette œuvre de civilisation. » A. M.

BREVETS D'INVENTION

230052 **Thofehrn.** — Perfectionnements aux procédés électroplastiques (13 mai 1893).

230070 **Henneton.** — Machine dynamo-électrique dite: Machine dynamo, système Henneton (16 mai 1893).

230113 **Hall.** — Perfectionnements dans les relais ou régulateurs de circuits (16 mai 1893).

230118 **Société anonyme l'Électricité industrielle.** — Pile à dépolarisation magnétique (16 mai 1893).

230124 **Hegner.** — Perfectionnements aux lampes électriques (16 mai 1893).

230126 **Société The Electrical Speciality C°.** — Perfectionnements aux commutateurs électriques (16 mai 1893).

230130 **Cummings.** — Perfectionnements dans les conduits souterrains pour conducteurs électriques (16 mai 1893).

230151 **Edmunds.** — Perfectionnements aux commutateurs électriques (17 mai 1893).

230175 **Schotz et Hitzwebel.** — Tour à moteur électrique directement monté dans la poupée (18 mai 1893).

230190 **Olivetti.** — Commutateur pour machines électriques (19 mai 1893).

230191 **Lebrun.** — Treuil électrique avec dynamo à ventilation et à commande indépendante (19 mai 1893).

230195 **Hofmann.** — Plaques d'électrodes pour piles secondaires (19 mai 1893).

230228 **Société Sautter, Harlé et C°.** — Nouvelle lampe à arc (20 mai 1893).

230235 **Fritsche.** — Système de machine électrique (20 mai 1893).

230237 **Petochel.** — Procédé et disposition de fabrication et d'empaquetage de batteries secondaires (20 mai 1893).

230265 **Société The Electric light Regulating Syndicat Limited.** — Appareils perfectionnés pour régler l'alimentation d'énergie électrique aux lampes et autres appareils (23 mai 1893).

230272 **Spence.** — Perfectionnements aux noyaux des armatures des transformateurs, etc. (23 mai 1893).

230288 **Thiele.** — Système de commutateur automatique pour sonneries, lampes à incandescence, etc. (23 mai 1893).

230330 **Henrion.** — Nouvel appareil électrique automatique (25 mai 1893).

230337 **Société Fowler-Waring Company Limited.** — Moyen perfectionné d'isolation des conducteurs électriques à l'aide d'une nouvelle matière dite : cellula (25 mai 1893).

230341 **Girard et Street.** — Four électrique continu (25 mai 1893).

230391 **Stapfer de Duclos et C°.** — Servomoteur électrique (30 mai 1893).

230405 **Carmarino et Beaud.** — Avisateur électrique pour la sûreté des trains de chemins de fer (27 mai 1893).

230422 **Lebœuf et Blot.** — Perfectionnements à la construction des accumulateurs genre Planté (29 mai 1893).

230428 **Edmunds.** — Conducteurs électriques perfectionnés pour les induits des machines dynamo-électriques (29 mai 1893).

230442 **Malandin.** — Bouton d'appel simplex indéréglable et indestructible (30 mai 1893).

230453 **Société Houry et C°.** — Perfectionnements aux câbles électriques (30 mai 1893).

230464 **Mac Caskey.** — Système de signaux électriques.

CERTIFICATS D'ADDITION

217211 **Cattori.** — Perfectionnements dans les chemins de fer électriques (10 avril 1893).

227557 **Société générale des Téléphones.** — Perfectionnements dans les commutateurs multiples pour réseaux téléphoniques à circuits métalliques (12 avril 1893).

220891 **Société Felten et Guilleaume.** — Câbles électriques, à enveloppe partielle d'air obte-

Digitized by Google

nus par l'isolation simultanée de plusieurs conducteurs (14 avril 1893).

225382 **Buchet**. — Lampe à arc voltaïque à intensité variable (15 avril 1893).

225265 **Pollak**. — Dispositif pour redresser les courants alternatifs en vue d'actionner les machines dynamos à courants de même sens et de produire des travaux électrolytiques (18 avril 1893).

224131 **Société Siemens et Halske**. — Montage à suspension des petits moteurs et de leurs transmissions (24 avril 1893).

225482 **Cayeux**. — Nouvel appareil électrique de voyage, s'adaptant à toutes les serrures, pose et dépose instantanées (2 mai 1893).

227557 **Société générale des Téléphones**. — Perfectionnements dans les commutateurs multiples pour réseaux téléphoniques et circuits métalliques (2 mai 1893).

204102 **Brillié**. — Compteur d'électricité pour courants continus ou alternatifs (4 mai 1893).

222262 **Chauvin**. — Régulateur à arc pour l'éclairage électrique (2 mai 1893).

221424 **Mugnier**. — Système de commande électrique pour pianos mécaniques et autres instruments analogues (3 mai 1893).

228892 **Decazes**. — Système de traction électrique sur un seul rail, pouvant s'appliquer à la navigation aérienne (5 mai 1893).

208862 **Scellier**. — Nouveau système de réservoir de chasse automatique, transformable en réservoir de chasse à volonté, mû par tirage à la main ou par moteur électrique (6 mai 1893).

181832 **Société française d'exploitation des procédés Hermite**. — Appareils et dispositions d'électrodes pour électrolyser le chlorure de magnésium dans le but de blanchir par le procédé Hermite (9 mai 1893).

221667 **Magnin**. — Appareil télégraphique imprimeur (16 mai 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Le câble télégraphique sous-marin des Açores. — La Compagnie *Telegraph Construction and Maintenance* vient de poser pour le compte de la Société *The Europe and Azores Telegraph Company* un câble qui relie les Açores au continent européen. Ce nouveau câble part de l'embouchure du Tage près de Lisbonne et atterit à Ponta-Delgada, dans l'île de San-Miguel. Un second câble, partant de ce dernier point, aboutit à Horta, dans l'île de Faial.

La nouvelle Compagnie télégraphique des Açores s'est fondée sous les auspices des Compagnies *Eastern* et *Brazilian Submarine Telegraph*. Elle a pour président sir John Pender.

Le service des correspondances privées a été ouvert le 27 août dernier. Quatre autres câbles seront posés ultérieuremeut dans le groupe des Açores :

1° De Faial à Pico;
2° De Pico à San Jorge;
3° De San Jorge à Terceira;
4° De San Jorge à Graciosa

Ces quatre câbles seront posés pour le compte du gouvernement portugais, qui doit en assurer l'exploitation. — M.

La lumière électrique en Russie. — L'hôpital de l'Académie impériale de médecine de Saint-Pétersbourg vient d'être pourvu d'une installation étendue d'éclairage électrique, exécutée par la maison Podobedoff. D'après l'*Electrical Review*, de Londres, le système employé est celui à haute tension avec transformateurs, qui a permis de placer la station centrale sur les bords de la Néva, assurant une alimentation d'eau régulière et permettant aussi d'éclairer les bureaux, assez éloignés, de l'Administration de la Guerre.

La plus grande distance entre l'usine génératrice et les lieux de consommation est d'environ 1 900 m. La plus forte chute de potentiel dans les câbles à haute tension est de 2 0/0.

La vapeur est fournie par des chaudières tubulaires de Fitzner et Gamper, présentant chacune 160 m. de surface de chauffe.

Les machines à vapeur sont au nombre de deux, couplées directement avec les machines dynamo. Ce sont des machines à triple expansion pour 12 atmosphères développant 300 chevaux, à 170 tours par minute.

Les génésateurs électriques sont des alternateurs Ganz de 180 000 watts.

Le nombre de lampes installées jusqu'ici est de 3 580, de 16 à 100 bougies et 12 lampes à arc.

Les lignes aériennes sont en bronze siliceux ; elles ne sont recouvertes d'isolant qu'aux croisements de rues ; le long des maisons le fil nu est fixé sur des isolateurs à huile.

Les transformateurs, au nombre de 25, sont installés à l'intérieur des bâtiments.

L'exploitation de cette station a été confiée pour une durée de 6 ans à la maison Podobedoff.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 147 21 Octobre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

SUR UN PROCÉDÉ SIMPLE D'ÉTALONNAGE DES VOLTMÈTRES A COURANTS ALTERNATIFS

On est très souvent embarrassé, dans les laboratoires ou les ateliers, quand il s'agit d'obtenir les forces électromotrices alternatives et le faible courant nécessaire à l'étalonnage des voltmètres à courant alternatif ou à toutes autres expériences. On ne trouve pas, en effet, couramment, dans l'industrie, de très petits alternateurs spécialement destinés à l'expérimentation, bien que divers constructeurs aient fait de louables efforts dans ce sens. Alors même que l'on disposerait d'un alternateur ordinaire, mû par une machine à vapeur ou un moteur à gaz, ce qui suppose déjà une installation sérieuse, on aurait toujours l'inconvénient que la vitesse varie plus ou moins, suivant le degré de régularité du moteur ; et on ne pourra faire varier cette vitesse, et par suite la fréquence, que dans des limites assez étroites, à moins de transmissions encombrantes et coûteuses.

Or rien n'est plus désagréable à faire que des comparaisons avec un voltage variable. C'est une des raisons qui donnent tant de prix à l'emploi des accumulateurs dans les laboratoires, pour les mesures à courant continu.

La commande directe d'un alternateur par le moteur mécanique — une solution qui n'est, du reste, pas à la portée de tout le monde — est donc peu convenable au point de vue des mesures et entraîne des frais notables et de grandes pertes de temps lorsqu'il faut faire successivement des opérations très différentes et que le moteur ne marche pas constamment.

Une solution qui est déjà bien préférable consiste à commander l'alternateur par un moteur électrique, alimenté par une batterie d'accumulateurs. C'est la solution qui a été appliquée au laboratoire de l'École de physique et chimie de Paris par MM. Hospitalier et Roux. Elle est parfaite au double point de vue de la régularité de marche et des facilités de réglage et de mise en marche. Mais elle suppose déjà un matériel assez imposant à la portée des seuls laboratoires subventionnés. Les particuliers, qui ne sont pas dans ce cas, pourront employer avec grand avantage la méthode suivante qui nous donne de très bons résultats.

Dans une dynamo ou un moteur ordinaire à courant continu, une lame quelconque du collecteur passe successivement par toutes les valeurs du potentiel comprises entre zéro (si la machine a un point à la terre) et le voltage maximum de la machine, 100, 150 volts, etc., pour repasser par zéro dans un tour de la machine (pour une dynamo bipolaire).

Si donc on relie deux lames quelconques du collecteur à deux bagues isolées, on pourra obtenir aux deux frotteurs une différence de potentiel alternative, ou recueillir un courant alternatif qui est transformé par le fonctionnement même du moteur. La fréquence de ce courant est égale au nombre de tours par seconde.

Quant au voltage efficace que l'on recueille aux frotteurs, il dépend de deux facteurs : la disposition relative des lames du collecteur que l'on relie aux bagues et la disposition du champ magnétique. En prenant les deux lames diamétralement opposées sur le collecteur, on réalise le maximum de différence de potentiel. Le rapport du voltage alternatif au

Digitized by Google

voltage aux balais (pour un débit très faible) dépend de la forme du champ magnétique. Avec un champ magnétique uniforme et un induit parfaitement symétrique, on doit obtenir théoriquement un rapport égal à $\sqrt{2}$, soit 1,413, qui est le rapport de l'ordonnée maximum d'une sinusoïde à l'ordonnée moyenne (racine carrée du carré moyen des ordonnées). En pratique, ce rapport varie un peu, parce que la courbe des forces électromotrices induites de chaque bobine diffère plus ou moins de la sinusoïde. Dans le moteur dont il est question plus loin, ce rapport était égal à 1,42, qui diffère très peu de $\sqrt{2}$ [1].

La seule difficulté pratique vient de ce qu'il faut réaliser des vitesses angulaires extrêmes pour atteindre les fréquences pratiques. En effet, la fréquence 60 (40 est la plus faible fréquence utilisée en pratique) correspond à une vitesse de 3 600 tours par minute ; la fréquence 100 (très usitée en Angleterre) correspond à 6 000 tours, et enfin la fréquence 125 (usitée aux États-Unis : Thomson-Houston, Westinghouse) correspond à 7 500 tours par minute.

Ce sont là des vitesses bien supérieures à celles qu'on est habitué à considérer en pratique et il faut un matériel spécial pour pouvoir les réaliser ; néanmoins, comme la puissance fournie est très faible, puisqu'il ne s'agit que de quelques centièmes d'ampère, il suffit d'avoir une petite dynamo bien construite pour qu'il n'y ait aucun danger. Nous avions à notre disposition un petit moteur Perret à induit denté (construction américaine) provenant de l'Exposition de 1889. Il est bobiné en dérivation pour tourner à 1 600 tours environ à 120 volts et peut donner jusqu'à un demi-cheval utile. En ne touchant pas à l'excitation, il faudrait appliquer une force électromotrice de 360 à 400 volts pour tourner à 5 000 tours, ce qui n'est pas très pratique. Nous avons donc intercalé un rhéostat à liquide dans le circuit inducteur, rhéostat qui peut réduire de 3 à 4 fois l'excitation. Dans ces conditions, une tension de 180 volts nous a donné une vitesse de 5 500 tours. En ajustant le rhéostat, on varie très facilement la fréquence, ce qui est utile dans l'étude des voltmètres à courant alternatif. Il faut naturellement régler avec soin les balais pour qu'il n'y ait pas d'étincelles dans ces conditions.

Avec un petit moteur d'un prix peu élevé et une batterie d'accumulateurs pouvant débiter une fraction d'ampère, on peut donc produire à volonté, par une simple manœuvre de commutateur, des forces électromotrices alternatives avec un faible débit, en variant le voltage depuis quelques volts jusqu'à 100 ou 130 volts, avec une fréquence quelconque facile à mesurer.

En complétant le système par un petit transformateur, on peut aisément obtenir quelques milliers de volts très constants pour les vérifications des voltmètres électrostatiques à haute tension.

Ce dispositif est donc des plus pratiques et a sa place toute marquée dans les laboratoires et les ateliers de construction d'appareils de mesure ; il nous a été suggéré par un dispositif employé par M. d'Arsonval pour la production des courants sinusoïdaux utilisés dans l'électrophysiologie et l'électrothérapie.

E. Meylan.

[1] Les forces électromotrices aux balais et aux frotteurs étaient mesurées par un de nos voltmètres universels (genre électrodynamomètre) à lecture directe et self-induction négligeable.

Digitized by Google

LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE

Cette question, envisagée sous les diverses solutions dont elle est susceptible, a été l'objet d'un concours à la Société mécanique d'Aberdeen. La longueur du Mémoire couronné était strictement limitée au temps nécessaire à une lecture de 15 minutes. M. Allan, le lauréat, a traité le sujet dans les conditions prévues au programme. Il présente un réel intérêt que nos lecteurs apprécieront, sans contredit, par le résumé fidèle que nous avons fait à leur intention.

La transmission de l'énergie peut être considérée sous deux aspects : 1° à courte distance ; 2° à longue distance.

Diverses méthodes sont adoptées dans chaque cas, suivant qu'elles sont estimées le plus efficaces ou le plus économiques dans les conditions de travail données.

Transmission à courte distance

Elle peut être obtenue par les moyens suivants : 1° prise du mouvement directement sur l'arbre moteur; 2° embrayage à friction; 3° embrayage par roues dentées; 4° par vis.

L'attaque directe consiste à prolonger l'arbre principal du moteur, comme dans les machines marines, par exemple, notamment les deux bâtiments *Campania* et *Lucania* de la Compagnie Cunard, dont chacun des arbres de couche ne transmet pas moins de 15 000 chevaux à 80 révolutions par minute. Ils ont 0,60 m de diamètre.

Les différents dispositifs des systèmes à friction consistent en courroies, câbles, roues de friction. Depuis quelque temps a été introduit dans l'industrie un système de courroie en cuir connu sous le nom de courroie-chaîne, consistant en courts maillons de cuir reliés par rangées au moyen de goupilles métalliques. Cette courroie est très souple, aisément raccourcie, et les fabricants prétendent que, lorsqu'elle est bien adaptée à la convexité de la jante de la poulie, elle peut transmettre une quantité d'énergie dépassant d'au moins 25 0/0 celle transmise par une courroie plate de même largeur. Ces courroies chaînées conviennent spécialement pour les grandes vitesses, attendu que le courant d'air engendré par l'effet de la force centrifuge entre la poulie et la courroie trouve une issue facile entre les maillons. Il existe des courroies en cuir de 1,90 m de largeur dans les manufactures de tissus, transmettant jusqu'à 700 chevaux. La résistance à la rupture des courroies en coton est d'environ 315 kg par centimètre carré, tandis que celle en cuir et en caoutchouc n'excède pas 210 kg; mais jamais elles ne sont soumises à ces efforts; elles travaillent entre 21 et 45 kg par centimètre carré de section.

Les roues de friction sont quelquefois employées dans le cas où un débrayage prompt est désiré et où la puissance à transmettre est faible.

La transmission par câbles est actuellement fort usitée, spécialement dans les machines motrices. Ils sont faits en chanvre ou en coton et de section circulaire.

Les poulies qui les reçoivent ont leur jante cannelée. Les flancs des cannelures sont inclinés à 45° ; elles sont profilées de façon que le câble ne tombe pas au fond, mais coince, l'adhérence provenant principalement du poids du câble. La puissance transmise dépend de la vitesse et de la tension, qui est généralement d'environ de 14 à 25 kg pour le coton et va jusqu'à 65 kg par centimètre carré pour le chanvre à la vitesse de 900 à 1 800 m par minute.

La transmission par roues dentées s'emploie lorsque l'énergie à transmettre est considérable et lorsqu'on veut obtenir une relation de vitesses constante.

Le profil des dents le plus généralement usité est déterminé par le tracé épicycloïdal.

Les vis sont uniquement appliquées dans les transmissions secondaires pour imprimer le mouvement à des chariots, des machines-outils, etc.

Digitized by Google

Il y a cependant d'autres exemples : ainsi, dans la navigation à vapeur, l'écrou de la vis qui, dans ce cas-ci, est appelée hélice, est constitué par l'eau dans laquelle elle est noyée.

Transmission à longue distance

La transmission à longue distance est applicable dans les endroits où une grande quantité d'énergie, centralisée en un seul point, doit être versée sur une grande superficie de territoire, à des consommateurs qui en prélèvent des portions variables à chaque instant suivant leurs besoins.

Les méthodes en usage actuellement sont : 1° l'eau sous pression ; 2° la transmission funiculaire ; 3° l'air comprimé ; 4° l'électricité.

Lorsque l'eau a été emmagasinée à un niveau élevé, elle possède, en vertu de son poids, une énergie potentielle proportionnelle à la hauteur à laquelle elle a été élevée.

Armstrong a introduit cette méthode pour la manœuvre de l'outillage des quais de Newcastle, où l'eau a été refoulée par des pompes dans des réservoirs d'une hauteur suffisante pour donner la pression nécessaire. Lorsque les pressions augmentent, la hauteur de ces réservoirs devient gênante. Cet inconvénient a conduit Armstrong à l'invention de l'accumulateur hydraulique.

Cet appareil a une fonction opposée à celle de la presse hydraulique ; il consiste en un cylindre dans lequel se meut un piston étanche chargé d'un poids procurant la pression exigée par centimètre carré. Un moteur à vapeur refoule de l'eau dans le cylindre, luttant contre le poids du piston qui s'élève d'une quantité proportionnelle à l'admission d'eau.

L'ascension et la descente du piston sont réglées automatiquement. Une conduite principale dirige l'eau sous pression de l'accumulateur à tous les moteurs, au moyen de branchements. Ce système est en activité dans quelques grandes villes, Londres, Liverpool, Birmingham, Anvers, etc. La pression de l'eau dans ces villes est d'environ 52 kg par centimètre carré ; un gallon d'eau — soit 3,785 l — fournit une énergie utilisable d'un demi-cheval-vapeur.

La transmission funiculaire a été préconisée par Hirn.

Les câbles, de section circulaire, sont fabriqués, de préférence, en acier, moins exposé à l'allongement que les fils de fer ; ils consistent généralement en six torons de sept fils chacun, enroulés sur un noyau central. On fabrique un câble plus souple en employant six torons de dix-neuf fils enveloppant une âme en chanvre. La première classe de câbles est façonnée en diamètre de 0,038 m ; la seconde, en 0,06 m, avec des fils d'acier de qualité supérieure, possédant une résistance à la traction de 12 000 kg par centimètre carré. L'effort de rupture des câbles en fil de fer est d'environ 63 kg par millimètre carré, de 85 kg pour l'acier ; mais ils ne sont soumis qu'à une tension de 17 kg par millimètre de section pour une vitesse de 1 800 mètres par minute.

L'air comprimé est aussi un moyen de transmission à longue distance. Il a reçu à Paris et à Birmingham une application très étendue. Il a eu moins de succès dans cette dernière ville, où le mode de jonction entre les diverses portions des tuyaux de la canalisation a laissé fort à désirer : les fuites nombreuses y déterminaient une perte de charge énorme.

L'électricité est un agent des plus souples, des plus commodes pour la transmission de l'énergie à distance, grâce à l'invention des machines-dynamos électriques, dans lesquelles l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique. La principale application a été faite à l'éclairage électrique des villes ; est venue ensuite la traction électrique des tramways. La possibilité de transmission de l'énergie à grande distance par les procédés électriques a ouvert un champ d'exploitation considérable à l'utilisation des forces motrices

Digitized by Google

hydrauliques naturelles. Un exemple frappant nous a été fourni par les expériences de Lauffen-Francfort. La puissance prise sur l'arbre d'une turbine actionnant une dynamo à Lauffen a été transmise à Francfort, franchissant une distance de 170 km au moyen de trois fils de cuivre placés sur des isolateurs à réserve d'huile fixés sur des poteaux. On a dit que le rendement du système avait atteint 70 0/0. Des 130 chevaux disponibles sur l'arbre des moteurs à Lauffen, 60 ont été délivrés aux moteurs situés à Francfort. On se propose d'utiliser aussi complètement que possible les puissantes chutes du Niagara par des procédés électriques analogues.

Em. DIEUDONNÉ.

TABLEAU COMMUTATEUR TÉLÉGRAPHIQUE, SYSTÈME MANDROUX

(*suite et fin*[1])

Nous avons vu dans notre précédent article qu'il avait été nécessaire de combiner des tableaux commutateurs spéciaux pour desservir les lignes bifurquées, puisque chacune de ces lignes desservait deux bureaux munis de rappels par inversion de courant et utilisant pour l'appel un courant de sens déterminé.

C'est ce second modèle de tableau que nous allons maintenant décrire.

TABLEAU POUR LIGNES BIFURQUÉES

Chaque groupe correspondant à une ligne bifurquée se compose d'un conjoncteur et d'un annonciateur. Pour établir la communication entre une ligne et l'un quelconque des appareils de transmission, on se sert de fiches de jonction identiques à celles qui sont employées avec le tableau pour lignes simples ; nous renverrons donc le lecteur à la description de cette fiche donnée dans l'article précédent [2].

Conjoncteur pour ligne bifurquée. — Ce conjoncteur (fig. 6) se compose de quatre blocs de laiton A, B, C et D isolés les uns des autres par une plaque d'ébonite E ; une seconde lame d'ébonite E′ est, en outre, appliquée sur la face postérieure des blocs C et D afin d'éviter tout contact accidentel. Deux trous t et t', pratiqués dans le bloc A et dans la plaque d'ébonite E, traversent le premier le bloc C, le second le bloc D ; ils sont calibrés de manière à recevoir la fiche de jonction qui y pénètre à frottement. Deux ressorts en acier R et R′ sont vissés sur la face latérale des blocs C et D et portent, chacun à leur extrémité, un contact arrondi en laiton qui se loge dans un évidement pratiqué dans le bloc et fait légèrement saillie à l'intérieur du trou ; ces ressorts ont pour objet, lorsque la fiche est introduite dans le trou, d'assurer un bon contact entre l'extrémité de la fiche et le bloc C ou D.

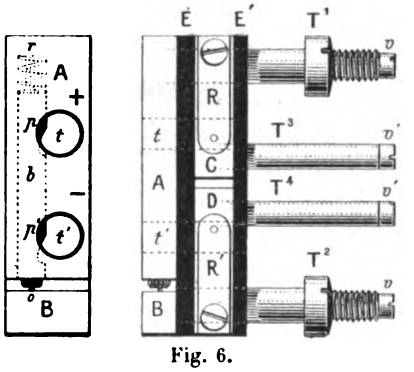


Fig. 6.

Comme dans le conjoncteur pour ligne simple, le bloc A, en temps normal, communique avec le bloc B par l'intermédiaire d'une broche b, encastrée dans le bloc A, et sur laquelle agit constamment un ressort à boudin r qui la force à appuyer en o sur le bloc B. Quand la fiche de jonction est introduite dans le trou t ou dans le trou t', sa partie laté-

[1] Voir *Electricien*, n° 143, page 201.
[2] Voir *Electricien*, n° 143, page 202.

Digitized by Google

rale presse contre une sorte de plan incliné, ménagé en p et p' sur la broche b, et force cette dernière à se soulever, rompant ainsi la communication entre la fiche et les blocs A et B. Cette broche présente, en outre, l'avantage d'assurer une excellente communication entre la fiche et les blocs dans lesquels elle est introduite par suite de la pression qu'elle exerce sur la fiche.

Des tiges de laiton T^1 et T^2, vissées respectivement sur chacun des blocs A et B, servent en même temps à fixer le conjoncteur sur le panneau du tableau, à l'aide d'écrous dont elles sont munies, et aussi à attacher en v les conducteurs isolés qui amènent le fil de ligne au bloc A et le fil de l'annonciateur au bloc B ; ces deux tiges sont isolées des blocs C et D, qu'elles traversent, par des canons en ivoire.

Deux autres tiges T^3 et T^4, vissées dans les blocs C et D, sont munies à leur extrémité d'une vis v' sous laquelle on pince le conducteur isolé qui amène le fil de pile positif en T^3 et le fil de pile négatif en T^4.

Par suite de ces dispositions, lorsque la fiche est enfoncée dans le trou t, la gaine extérieure de la fiche est mise en contact avec la ligne par l'intermédiaire du bloc A, et sa tige centrale, qui communique avec le téton qui la termine, avec le pôle positif de la pile par l'intermédiaire du bloc C. En plaçant la fiche dans le trou t', sa communication avec la ligne s'établit toujours par le bloc A, mais la tige centrale est reliée au bloc D et, par conséquent, au pôle négatif de la pile.

Annonciateur pour lignes bifurquées. — Cet annonciateur se compose d'un électro-aimant E (fig. 7) à deux bobines, d'une résistance totale de 500 ohms, monté sur un cadre en laiton *ccc* qui se fixe, à l'aide d'une vis V, sur le panneau du tableau. L'armature A, pivotant en o entre les pointes de deux vis, se prolonge en avant du panneau sur lequel est fixé l'annonciateur ; le poids de la partie Aa suffit pour maintenir l'armature éloignée

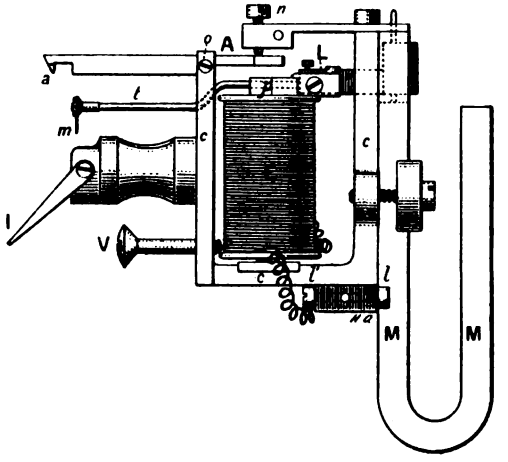


Fig. 7.

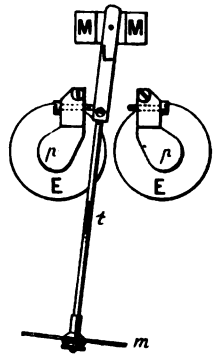


Fig. 8.

des pièces polaires p de l'électro-aimant E. Un cran, pratiqué dans l'extrémité a, retient un volet I, monté sur une charnière, qui, lorsqu'il est dégagé par suite de l'attraction de l'armature, retombe par son propre poids, laissant voir le numéro de la ligne desservie.

Comme le rôle de cet annonciateur consiste, non seulement à laisser échapper le volet lorsqu'un appel est fait par l'un quelconque des deux bureaux desservis par une même ligne, mais aussi à donner l'indication permanente du sens du courant d'appel, seul moyen de les distinguer, il a fallu le compléter par un organe spécial.

Cet organe se compose d'une languette L (fig. 7 et 8) polarisée par un fort aimant per-

Digitized by Google

manent M ; cette languette, dont le jeu est analogue à celui de l'armature du rappel par inversion du courant, oscille entre les pièces polaires *pp* de l'électro-aimant E et se déplace de droite à gauche ou de gauche à droite suivant le sens du courant qui circule dans les bobines de l'électro. La languette se prolonge par une tige très légère en aluminium, à l'extrémité de laquelle est fixée une petite plaque de cuivre mince *m*, de forme rectangulaire, qui, en se déplaçant, recouvre ou laisse apparaître, suivant le cas, l'une des deux indications (+) et (—) gravées sur le panneau du tableau.

Le massif de l'annonciateur est relié en permanence à la terre ; une des extrémités du fil des bobines est fixée sous la vis *l'* d'un plot isolé, noyé dans une plaque d'ébonite et qui communique avec le fil de ligne par l'intermédiaire d'un conducteur qui part du conjoncteur pour se fixer sous la vis *l* ; l'autre extrémité du fil des bobines est reliée au massif et, par conséquent, à la terre.

Une vis *n* sert à limiter la course de l'armature A. Comme nous le verrons plus loin, le jeu de l'armature sert aussi, comme dans le tableau pour lignes simples, à fermer le circuit de la sonnerie d'appel, mais le dispositif n'est plus le même.

Fonctionnement et description du tableau. — Le tableau pour lignes bifurquées comporte autant de groupes (annonciateur et conjoncteur) qu'il y a de lignes à desservir. Le nombre de fiches de jonction dépend du nombre d'appareils de transmission affecté à l'ensemble de ces lignes.

Pour bien saisir le fonctionnement de l'ensemble, il suffit d'examiner la marche du courant dans un de ces groupes considéré isolément.

Supposons que l'un des deux bureaux desservis par la ligne L (fig. 9) appelle et que ce bureau soit celui qui emploie le courant positif.

Pour effectuer son appel, il enverra sur la ligne un courant positif; ce courant arrivant en L se rendra à la terre en suivant le trajet ci-après : tige t^1 du conjoncteur, bloc n° 1, bloc n° 3 par l'intermédiaire de la broche intérieure, tige t^3, fil de communication reliant la tige t^3 au fil d'entrée des bobines de l'annonciateur, bobines, massif de l'annonciateur et fil de communication reliant ce massif à la borne T.

Sous l'action de ce courant, l'électro-aimant attire l'armature, le volet se dégage et tombe, laissant ainsi une trace permanente de l'appel. En même temps, la languette polarisée est attirée vers la droite et la petite plaque rectangulaire dont son extrémité est munie vient masquer le signe (—), laissant à découvert le signe (+).

Indépendamment de la chute du volet, on est averti de l'appel par le fonctionnement de la sonnerie S^1, puisque le circuit de la pile PS se trouve fermé par l'intermédiaire de l'armature A qui, par suite de son attraction par l'électro-aimant, vient, par sa partie antérieure, buter contre le pied de la vis S reliée par un conducteur isolé à la borne S ; or on sait que le massif de l'annonciateur et, par conséquent, l'armature qui en fait partie, est relié à la terre.

Ainsi prévenu de l'appel et du sens du courant à employer, le télégraphiste prend une fiche F correspondant à un appareil disponible et l'enfonce dans le trou supérieur du conjoncteur marqué (+). Cette seule opération suffit pour mettre le bureau appelant en communication avec l'appareil de transmission, car la ligne se trouve alors reliée avec la borne *l* du manipulateur, et le pôle positif de la pile P^1 avec la borne *p* du même instrument.

Ces deux communications sont établies automatiquement par l'enfoncement de la fiche de la manière suivante :

1° Pour la ligne : borne L, tige t^1 des conjoncteurs, bloc 1, gaine extérieure 2 de la fiche, conducteur n° 1 du cordon souple fixé à la fiche et borne *l* du manipulateur. L'introduction de la fiche dans le conjoncteur rompt en même temps la communication entre les blocs 1 et 3.

Digitized by Google

2° Pour la pile : pôle positif de la pile P¹, tige t^3 du conjoncteur, bloc 2, téton 2 de la fiche, conducteur n° 2 du cordon souple et borne p du manipulateur.

Il est facile de comprendre que, si c'était le bureau utilisant le courant négatif qui eût appelé, le télégraphiste aurait été prévenu par l'apparition du signe (—) de l'annonciateur

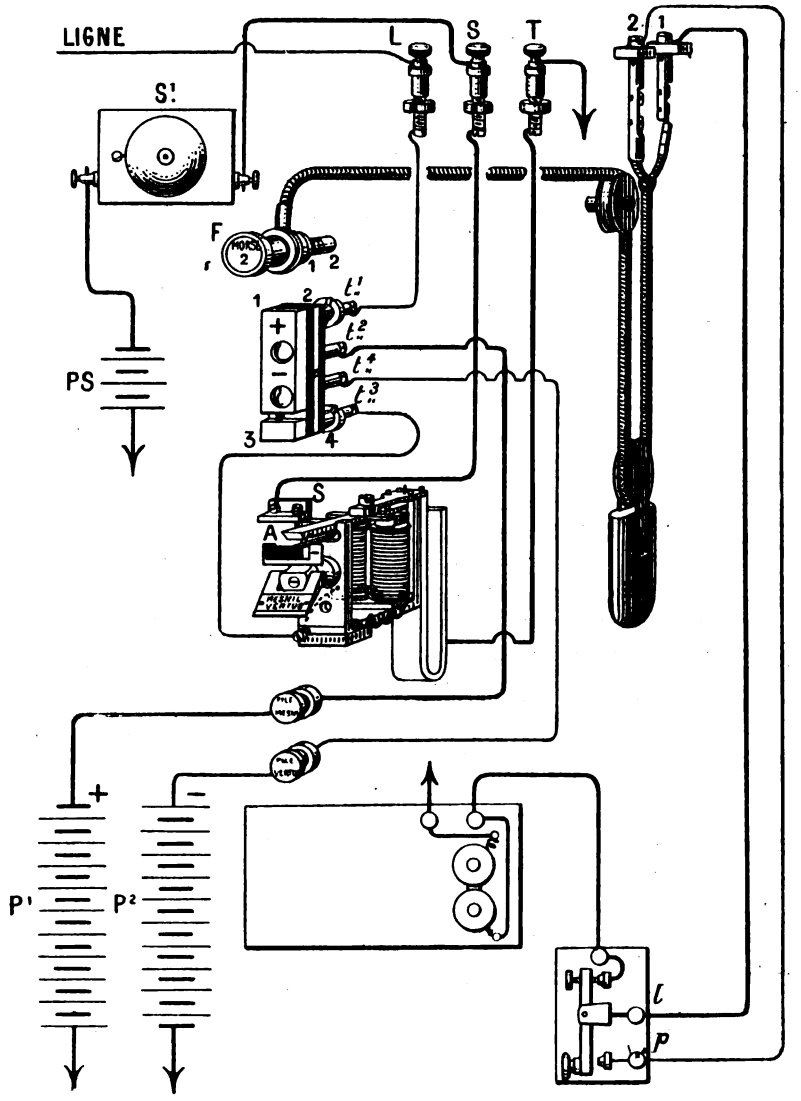


Fig. 9.

et, dans ce cas, il n'aurait eu qu'à mettre la fiche dans le trou inférieur du conjoncteur, marqué (—). Les communications auraient été les mêmes que dans le cas précédent, sauf que le pôle (—) de la pile P² aurait été substitué, à la borne p du manipulateur, au pôle (+) de la pile P¹.

La figure 10 montre l'aspect extérieur d'un tableau commutateur pouvant desservir 12 lignes bifurquées, soit 24 bureaux, à l'aide de 5 appareils Morse.

Il ne diffère du tableau pour 12 lignes simples, décrit précédemment, qu'en ce que les

Digitized by Google

bornes de piles, disposées dans le bas du panneau, sont au nombre de 24 au lieu de 12, la

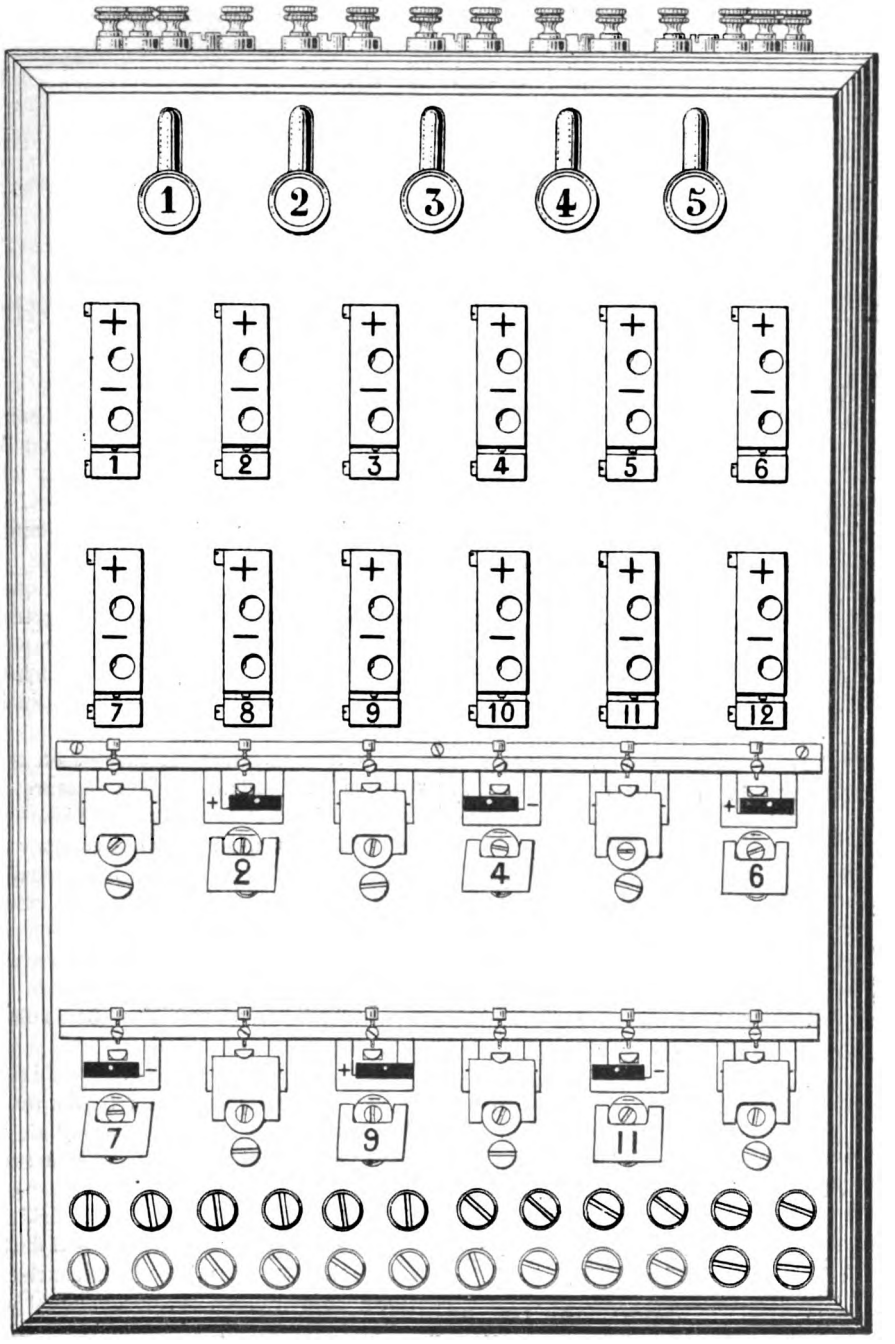


Fig. 10.

première rangée comprenant toutes les prises de courant positives, la seconde rangée étant réservée aux piles négatives.

On voit également sur le panneau, au-dessus des deux rangées d'annonciateurs, deux

Digitized by Google

réglettes en cuivre portant les vis contre lesquelles viennent buter les armatures, lorsqu'elles sont attirées et qui servent à fermer le circuit de la sonnerie d'appel.

A part ces modifications, les tableaux des deux modèles présentent des dispositions identiques.

Les essais auxquels l'Administration des Postes et des Télégraphes avait soumis ces tableaux commutateurs ayant donné des résultats satisfaisants et ayant mis en évidence les avantages que présentait ce système, son application se généralise chaque jour.

J.-A. MONTPELLIER.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 octobre 1893

Valeur des éléments magnétiques déterminés par l'expédition polaire de la Société impériale russe de Géographie à l'embouchure de la Lena, par le général A. de Tillo. — La Société impériale russe de Géographie vient de recevoir du capitaine N. Jurgens les résultats des observations magnétiques exécutées à Sagastyr, pendant vingt mois (novembre 1882-juin 1884). L'impression du volume, confié à ma rédaction, durera une année. En attendant, il sera intéressant de connaître les valeurs moyennes des éléments et de les comparer avec les cartes magnétiques les plus récentes.

Pour l'époque 1883, le capitaine N. Jurgens a trouvé :

Déclinaison orientale.	4,7	
Inclinaison boréale ..	83,2	
Intensité horizontale.....	0,072	unité électrique

Pour le même endroit, les cartes de M. G. Neumayer donnent les valeurs suivantes :

Déclinaison orientale...	11,0	époque 1890.
Inclinaison boréale.....	82,0	» 1885.
Intensité horizontale.....	0,075	» 1885.

On s'aperçoit que la déclinaison, d'après la carte, est en défaut de plus de 6 degrés.

***

Influence de l'état de la surface d'une électrode de platine sur sa capacité initiale de polarisation, par J. Colin. — Vers la fin de son travail sur la capacité de polarisation [1], M. Blondlot s'exprime en ces termes :

« Si on laisse séjourner pendant plusieurs jours une électrode de platine dans de l'eau acidulée, sa capacité initiale diminue peu à peu avec le temps et tombe, en une semaine ou deux, au quart environ de sa valeur primitive ; elle garde ensuite sensiblement cette valeur. »

Le même fait a été constaté récemment par M. Bouty [1].

« Il est probable, dit M. Blondlot, que les variations de capacité que subit une électrode proviennent de ce que des gaz, et en particulier l'hydrogène, oblitèrent plus ou moins les cavités superficielles du platine et modifient ainsi sa surface réelle. »

Si cette explication est exacte, on doit pouvoir faire varier, dans une large mesure, la capacité d'une lame de platine en produisant d'avance à sa surface un dégagement gazeux ; je me suis proposé de rechercher s'il en est en réalité ainsi. J'ai mesuré les capacités par la méthode de M. Blondlot, et j'ai d'abord vérifié de nouveau que la capacité d'une électrode abandonnée à elle-même diminue avec le temps ; celle de l'une de mes électrodes a diminué, au bout d'un mois, dans le rapport de 6 à 23.

Voici maintenant comment j'ai étudié l'influence des gaz. Je prends une lame de platine, dont je détermine d'abord la capacité initiale ; je fais ensuite dégager de l'hydrogène à la surface de cette lame, en m'en servant comme électrode négative dans un voltamètre à eau acidulée. Replaçant alors la lame dans l'appareil destiné à la mesure des capacités, je relie en court-circuit la lame avec la grande électrode, pendant un temps suffisant pour qu'un galvanomètre intercalé entre elles ne soit plus dévié, et je mesure de nouveau la capacité de l'électrode. J'ai constaté ainsi qu'elle est devenue beaucoup plus petite : par exemple, pour une électrode dont la capacité

[1] BLONDLOT, *Thèse*, 1881, et *Journal de Physique*, t. X, 1re série, 1881.

[1] Voir *Électricien*, 2e série, t. V, p. 269.

Digitized by Google

était 21, cette capacité est tombée à 7 après l'action de l'hydrogène. Avec le temps cette valeur diminuait encore, mais faiblement; au bout de dix jours, elle était égale à 5,6, valeur qu'elle a conservée ensuite.

L'action de l'hydrogène sur l'électrode ne se borne pas à en diminuer la capacité; elle apporte aussi une dissymétrie considérable dans le phénomène de la dépolarisation spontanée: celle-ci, très lente si l'on cherche à polariser la lame en lui faisant jouer le rôle de cathode, est au contraire très rapide dans le cas inverse. Elle est même alors tellement rapide qu'il devient impossible de mesurer exactement la capacité lorsque l'électrode joue le rôle d'anode. Toutefois, il ne faudrait pas en conclure que la loi de l'indépendance de la capacité initiale de polarisation du sens de celle-ci cesse ici d'être exacte; il devient seulement impossible de la vérifier, la méthode employée pour mesurer la capacité se trouvant en défaut.

Si, au lieu d'hydrogène, on fait dégager de l'oxygène sur l'électrode, on observe un résultat inverse: la capacité augmente au lieu de diminuer. Pour une des électrodes que j'ai employées, elle passait de la valeur 18 à la valeur 30, puis diminuait avec le temps.

Enfin, si l'on prend une électrode dont la capacité ait atteint sa valeur minima, soit par l'action du temps seul, soit par l'action de l'hydrogène, qu'on ajoute à l'eau acidulée du voltamètre une faible quantité d'acide chromique, environ 1/500, qu'on ferme le voltamètre sur lui-même jusqu'à ce qu'il ne donne plus de déviation au galvanomètre, qu'on mesure de nouveau la capacité de l'électrode, on constate qu'elle a augmenté: elle est supérieure à sa valeur primitive d'environ 1/3 de cette valeur.

Les résultats précédents s'accordent avec l'idée émise par M. Blondlot, que les gaz, en particulier l'hydrogène, seraient la cause des changements dans la capacité d'une surface platine-eau. Si, en effet, conformément à cette hypothèse, la présence de l'hydrogène diminue la capacité, la capacité d'une électrode ayant servi de cathode dans la décomposition de l'eau devra être très petite; au contraire, celle d'une électrode ayant servi d'anode devra être très grande, puisque l'oxygène dégagé aura fait disparaître l'hydrogène dont le platine pouvait être chargé. L'acide chromique, oxydant énergique, doit aussi agir dans le même sens [1].

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de physique de la Faculté des sciences de Nancy.

Production de l'ozone

MM. W.-A. Shenstone et Martin Priest viennent de faire, devant la Société chimique de Londres, une communication fort intéressante sur la formation de l'ozone. Le *Cosmos* en donne le résumé suivant :

Les auteurs ont soumis un volume connu d'oxygène, renfermé dans un ozonateur du modèle Brodié, à l'influence de décharges produites dans des conditions variables de potentiel, et ils ont déterminé la quantité d'ozone produite en observant les changements de volume au moyen d'un manomètre à mercure.

Les conclusions auxquelles ils arrivent peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

1° Il est possible d'obtenir des résultats concordants ;

2° Pourvu que le trajet de la décharge ne soit pas trop court en aucun point de l'ozonateur, la proportion maximum d'ozone qui peut être produite à une température et à une pression donnée est à peu près indépendante de la différence de potentiel du courant employé, à la condition que cette différence se maintienne entre les limites de 33 et 69 unités électrostatiques C. G. S. ;

3° Si le trajet de la décharge est très court en un point quelconque de l'ozonateur, la proportion maximum d'ozone qui peut être obtenue est en raison inverse de la différence de potentiel;

4° La rapidité avec laquelle l'oxygène est converti en ozone dans un ozonateur donné, et sous des conditions données de pression et de température, est plus grande avec de grandes différences de potentiel qu'avec des petites;

5° La proportion maximum d'ozone est moindre quand le nombre des décharges pendant l'unité de temps est très grand que lorsque ce nombre est plus modéré;

6° Les machines de Wimshurst et de Voss sont plus favorables que les bobines d'induction pour la production de l'ozone.

MM. Shenstone et Priest pensent que la décharge silencieuse agit en décomposant les molécules d'oxygène ou leurs atomes qui se rencontrent ultérieurement d'une façon plus ou moins complète (selon la température ou la pression), pour former les molécules triatomiques de l'ozone et que l'ozone n'est pas formé par l'action directe de la décharge.

A. M.

Digitized by Google

Transmission des signaux à distance par l'électricité, d'après M. Preece [1]

La presse américaine, commentant un travail donné par M. Preece en lecture au Congrès des électriciens de Chicago, s'occupe beaucoup de la possibilité de la transmission des signaux au moyen de l'électricité à travers l'espace.

Dans son étude M. W. Preece rappelle une expérience faite par Henry en 1842, dans laquelle la décharge d'une bouteille de Leyde dans une chambre de son habitation influençait magnétiquement des aiguilles placées dans une cave située à 10 m en dessous.

Plus tard, l'introduction du téléphone permit, grâce à la merveilleuse sensibilité de cet appareil, de se rendre compte des effets résultant du voisinage de fils conducteurs à des distances surprenantes.

La pratique journalière des téléphones à un seul fil, avec retour par la terre, comme ceux employés jusqu'à ce jour en Angleterre, montre combien ces effets nuisibles peuvent devenir sensibles.

L'auteur pose en principe que, étant donnés deux conducteurs séparés l'un de l'autre par une certaine distance, chacun d'eux faisant partie d'un circuit distinct partiellement fermé par la terre ou entièrement métallique, qu'il désigne sous les noms de circuits primaire et secondaire, on peut obtenir, dans ce dernier circuit, des courants soit par conduction, soit par induction. Il distingue trois cas:

1° Courants terrestres;

2° Effets d'induction électrostatique;

3° Effets d'induction électromagnétique.

1° *Effets de conduction.* — L'intensité des effets dus aux courants terrestres dépend de la conductibilité des milieux (fig. 1).

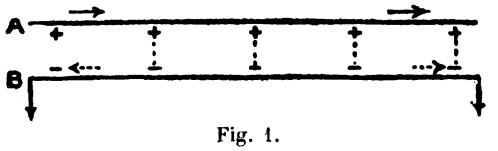


Fig. 1.

Avec le courant alternatif l'emploi du téléphone permet une investigation facile. Les variations d'intensité du courant secondaire correspondent à un changement de ton de la note rendue par l'appareil.

On obtient aussi avec la clef Morse des signaux intelligibles.

[1] Communication lue devant le Congrès des électriciens de Chicago.

En employant comme extrémité du circuit secondaire des tiges conductrices enfoncées en terre à une dizaine de mètres de distance l'une de l'autre, on explore facilement la région dans laquelle les effets sont sensibles.

A Londres, le courant employé à la traction des trains de chemin de fer (City and South London) influencent des galvanomètres enregistreurs placés à 4 milles et demi et on pourrait en tirer des diagrammes de la marche des trains.

D'après l'influence que présente la conductibilité du milieu, il est facile de comprendre pourquoi les effets sont plus intenses en été qu'en hiver, le sol étant moins conducteur.

Les courants continus seuls permettraient, avec des instruments très sensibles, de séparer la part revenant à l'induction et à la conduction dans ces effets, les phénomènes d'induction cessant avec la période variable du courant primaire.

2° *Effets d'induction électrostatique.* — Un corps A (fig. 2) étant électrisé d'une façon quelconque et isolé électriquement, il se forme autour de lui un champ électrique dont les lignes de force rayonnent dans toutes les directions. Si un second corps B placé dans le voisinage se trouve coupé par une partie de ces lignes de force, il est électrisé par induction. Au cas où ce corps est en communication avec la terre ou avec un condensateur de très grande capacité, la charge de même nom que celle de A disparaît et le corps reste électrisé en sens inverse par l'inducteur.

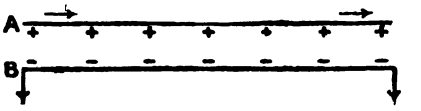


Fig. 2.

Des lignes de force réunissent alors les deux corps à travers le diélectrique. Si on inverse ou supprime la charge de A, les mêmes effets se produisent sur D.

Si, en particulier, l'inducteur est formé par un cylindre A entouré par un autre B (fig. 3), les lignes de force rayonnent de l'un à l'autre et la charge totale de B est égale et de signe contraire à celle de A. A peut être un conducteur faisant

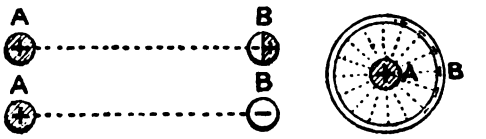


Fig. 3.

Digitized by Google

partie d'un circuit fermé dans ce cas particulier; le passage d'un courant à travers A influencera électriquement B et sa cessation ou son inversion faisant varier la charge de celui-ci amèneront à ses deux extrémités en contact avec la terre (fig. 4) des courants momentanés en sens

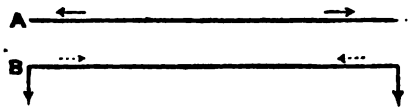


Fig 4.

inverse l'un de l'autre, de telle sorte qu'en un point médian il n'y ait aucun courant. Cette circonstance permet de distinguer la part revenant aux actions électrostatiques des effets dus à l'induction électromagnétique, qui est la même dans toute la longueur du conducteur.

3° *Effets d'induction électromagnétique.* — Deux circuits voisins agissent enfin l'un sur l'autre par suite des variations des lignes de force magnétique créées, dans les milieux magnétiques ou non, par le passage de courants. L'intensité des effets dépend de l'intensité du courant primaire, de la rapidité de ses variations, de la résistance du circuit secondaire, enfin de la distance qui sépare les deux circuits et de leur longueur.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

Depuis 1885, M. Preece s'est livré à de nombreuses expériences pour établir les lois et les conditions qui déterminent la distance à laquelle ces influences magnétiques peuvent être pratiquement sensibles. Les instruments d'investigation employés ont été soit le téléphone, soit un galvanomètre à réflexion très sensible. S'il est fort difficile de juger de l'intensité d'un son dans le téléphone et si les résultats de son emploi sont fort incertains, même alors que plusieurs observateurs refont les mêmes expériences, il n'en est pas de même de la limite de perception des sons rendus, qui est au contraire très nette et donne des résultats concordants et fort satisfaisants avec plusieurs observateurs employant le même téléphone. Le nombre des observateurs n'a jamais dans ces expériences été inférieur à trois et a parfois atteint le nombre de sept. On a donc observé d'après ce qu'on pourrait appeler l'oreille moyenne.

1re *Expérience.* — Deux inducteurs ayant été disposés suivant un carré (fig. 5) dont chaque côté avait environ 400 m de longueur et la distance entre les deux étant d'environ 400 m, des signaux transmis avec une clef Morse dans le premier circuit étaient clairement interprétés dans le second au moyen du téléphone; pour prouver que les actions électromagnétiques avaient seules

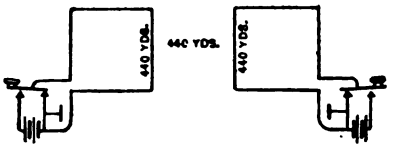


Fig. 5.

une influence, et que les effets électrostatiques étaient pratiquement nuls, les circuits furent ouverts et l'une des extrémités restant isolée, l'autre fut mise à la terre (fig. 6); on ne put de la sorte

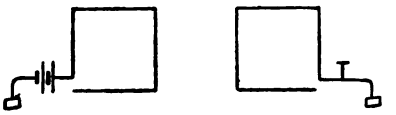


Fig. 6.

percevoir aucune action dans le circuit secondaire, ni avec le téléphone ni avec le galvanomètre, malgré que la distance des deux circuits fût réduite à 4 ou 5 m.

2e *Expérience.* — Les deux conducteurs de 400 m de côté disposés en carré ayant été placés comme ci-dessus et l'éloignement modifié depuis 7 jusqu'à 180 m, des courants de 1 et de 2 ampères furent envoyés dans le courant primaire. Dans tous les cas, le galvanomètre à miroir indiqua dans le circuit secondaire une intensité double dans le cas du courant de 2 ampères. La proportionnalité existe donc entre les intensités des deux circuits, quelle que soit la distance.

3e *Expérience.* — Deux fils conducteurs (fig. 7)

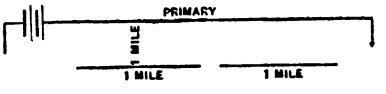


Fig. 7.

étaient placés parallèlement à 1 800 m de distance, le circuit primaire ayant 3 600 m de long et le secondaire étant divisé en deux parties égales de 1800 m chacune. Avec un courant primaire de 0,22 ampères, le téléphone cessa de rendre un son pour une résistance du circuit secondaire complet de 85 ohms, le téléphone étant en communication avec les deux extrémités de l'une ou de l'autre des deux moitiés du circuit secondaire rectiligne.

Avec la même intensité du courant secondaire le téléphone resta muet pour une résistance

Digitized by Google

totale de 170 ohms, la communication étant prise aux extrémités des deux parties réunies en une seule.

Le courant primaire fut porté successivement à 0,44, puis 0,88 ampères, soit doublé, puis quadruplé. La résistance limite des circuits dans chaque cas suivit la même proportion.

(*à suivre.*) M. L.

BIBLIOGRAPHIE

Drum armatures and commutators [Induits à tambours et commutateurs], par F. MARTEN-WEYMOUTH. Londres, 1893; *Compagnie d'imprimerie et de publications de* « The Electrician », *Salisbury Court, Fleat street, 1 à 3.*

Le premier chapitre de ce volume traite de la théorie de l'enroulement en tambours. On y trouve une suffisante et assez complète explication de la façon dont sont engendrés la force électromotrice et le courant sous cette forme d'embobinage, ainsi que les phénomènes magnétiques qui s'y rapportent.

Aux chapitres suivants, sont décrites les méthodes variées d'exécution de ce mode d'enroulement avec une mention particulière réservée à ce qui est dénommé « end vinding », ou calotte. Les autres chapitres ont trait à la construction mécanique des collecteurs et le livre se termine par quelques chapitres relatifs à la production des étincelles au commutateur et à des considérations nécessaires sur les réactions d'induit.

Il y a, dans ce livre, absence totale de développements mathématiques afférents aux sujets traités et c'est, peut-être, une objection qui lui sera opposée.

Mais, dans la pensée de l'auteur, il n'a pas pour objectif de supplanter d'autres travaux existants, il se recommande à ceux qui auraient le désir, plus tard, d'avoir recours à l'analyse mathématique, comme un guide usuel ou une introduction à une étude plus approfondie. L'auteur garde l'espoir que le lecteur, peu familiarisé avec les spéculations mathématiques, y trouvera un exposé succinct, correct et suffisamment clair du mode d'action d'une dynano.

La genèse de cet ouvrage réside dans une série d'articles publiés par notre confrère anglais *The Electrician*. Ils ont été revus avec soin et amplifiés avant de paraître en un volume agrémenté de nombreux dessins dans le texte.

EM. DIEUDONNÉ.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Cours d'électricité industrielle du Syndicat général des mécaniciens, chauffeurs de France et d'Algérie. — Ces cours, institués déjà depuis plusieurs années, ont rendu les plus grands services; aussi leur succès va-t-il toujours en augmentant.

Indépendamment des cours d'électricité, le Syndicat a institué également des cours de chauffage et de conduite des appareils à vapeur. Cet enseignement présente un intérêt capital au point de vue de la sécurité publique et de l'économie industrielle. Les leçons enseignées constituent une préparation technique indispensable aux chauffeurs, mécaniciens et électriciens qui se destinent à la conduite et à l'entretien des machines à vapeur et des machines électriques. A plus forte raison, ces leçons s'imposent à ceux qui désirent se faire commissionner pour la conduite des chaudières et machines à vapeur.

Dix cours de chauffage et de conduite des machines à vapeur ont été ouverts à Paris au commencement d'octobre.

Les cours pratiques d'électricité industrielle ouverts cette année sont les suivants:

Mairie du IV^e^ arrondissement, rue de Rivoli.

Professeur : M. Laffargue, ✠, Ingénieur-Electricien, Licencié ès sciences physiques.

Ouverture, le jeudi 5 octobre, de 9 à 10 h. du soir.

Ecole des garçons, rue Claude-Vellefaux, le lundi 9 octobre, à 8 h. 1/2 du soir.

Professeur : M. Augé, Ingénieur-Électricien.

Mairie du XIII^e^ arrondissement.

Professeur : M. Martinand, Ingénieur-Électricien, Licencié ès sciences. — Ouverture, le mercredi 11 octobre à 8 h. 1/2 du soir.

Ecole des Garçons, rue Lemercier, 105. Ouverture le jeudi, 12 octobre, à 8 h. 1/2 du soir.

Professeur : M. Pacoret, Ingénieur-Électricien.

École des garçons du XVIII^e^ arrondissement, 63, rue de Clignancourt.

Digitized by Google

Professeur: M. Clerbout, Professeur à l'Association polytechnique. — Ouverture, le vendredi 20 octobre, à 8 h. 1/2 du soir.

Le sommaire de chacun de ces cours est le suivant:

1. Historique. — Théories générales. — Unités électriques. — Définitions générales.
2. Production de l'énergie électrique. — Piles, Magnétisme, Induction.
3. Machines dynamos. — Machines à courants continus.
4. Montage, mise en marche et entretien des dynamos.
5. Machines dynamos à courants alternatifs et à courants polyphasés.
6. Distribution de l'énergie électrique.
7. Distribution par transformation.
8. Qualités générales des tableaux de distribution.
9. Appareils divers de mesure électrique. — Installation et fonctionnement.
10. Canalisations électriques dans les rues.
11. Canalisations intérieures chez les abonnés.
12. Appareils d'utilisation. — Lampes à arc et à incandescence. — Moteurs.
13. Instruction générale et pratique à l'usage du monteur-électricien.
14. Étude des règlements à observer dans les installations électriques à Paris et en France.

A la fin des cours, des visites des principales stations centrales d'énergie électrique de Paris sont faites sous la conduite de MM. les Professeurs.

Le gaz et l'électricité aux États-Unis. — Les commissaires du gaz et de l'électricité de l'État de Massachusetts dressent annuellement un rapport très détaillé sur les opérations des diverses Compagnies. Il a paru intéressant à M. Slater, de Rhode-Island, de puiser dans ces notes volumineuses et de faire un relevé spécial des opérations des 23 Compagnies qui, dans l'État de Massachusetts, exploitent en même temps le gaz et l'électricité. Cette statistique, que M. Slater a adressée à plusieurs journaux techniques, comprend 60 colonnes embrassant les détails les plus circonstanciés. Notre confrère, le *Journal des Usines à gaz*, en donne l'extrait suivant:

NOMS DES COMPAGNIES	Bénéfices sur gaz (dollars)	Pertes sur gaz (dollars)	Bénéfices sur électricité (dollars)	Pertes sur électricité (dollars)
Gaz d'Amherst	1.845.65	.. ...	458.56	.....
Gaz et Electricité d'Abbot	1.972.40	.....	382.34	.....
» » de Beverlay	8.033.81	.....	4.251.60	.....
Gaz de Brooklin	51.172.91	.....	908.02	.....
Gaz et Electricité de Charlestown	57.410.48	.....	5.726.54	.....
Gaz de Chelsea	21.316.31	.....	9.544.72	.....
» de Citizins	2.445.79	.....	497.27	.....
» de Clinton	2.427.80	.....	268.24	.....
Gaz et Electricité de Cottage City	1.816 61	.....	678.08	.....
» de East Hampton	1.689.43	.....	163.87	.....
» de Fitchburg	12.432.95	.....	8.606.18	.....
» de Lawrence	23.548.72	.....	E8.836.66	.....
Gaz et Electricité de Lynn	31.366.96	.....	7.569.60	.....
» » de Middleborough	.....	861.34	49.103.74	.....
» » de New-Bedford	32.920.94	.....	.....	279.54
» » de Newburyport	6.461.56	.....	27.892.51	.....
Gaz de Newton et Watertown	30.196.29	.....	6.673.31	.....
» de North Adams	10.871.41	.....	9.652.37	.....
Gaz et Electricité de Southbridge	623.45	.....	7.058.36	.....
Gaz de Spencer	5.586.54	.....	2.955.70	... ..
Gaz et Electricité de Stoughton	379.31	.....	907.21	.....
Gaz de Waltham	22.030.68	.....	782.50	.....
» de Westfield	2.908.94	.....	8.872.88	.....
			3.261.57	.....

Grillage métallique pour globe. — Pour protéger les globes en verre mince dont on recouvre des objets et des instruments délicats, on peut se servir de toile métallique très fine que l'on obtient par la galvanoplastie.

A cet effet, dit l'*Electrical Review*, on confectionne une enveloppe de toile prenant la forme du globe à recouvrir. On raidit cette enveloppe, en l'imbibant de vernis. Quand ce vernis est sec, on saupoudre de plombagine, et l'on

Digitized by Google

plonge le tout dans un bain de cuivre, de préférence au cyanure. Le dépôt métallique doit s'effectuer lentement afin de conserver toutes les finesses du tissu.

Pour finir la surface extérieure, on décape dans de l'acide nitrique dilué, puis on expose à des vapeurs de sulfhydrate d'ammoniaque. On obtient ainsi un enduit d'un noir intense.

Un incendie en pleine rue provoqué par une étincelle électrique. — A quelles cruelles épreuves sommes-nous promis et quels châtiments nous réserve l'avenir!

Allons-nous assister au renouvellement des horreurs et des dévastations de la guerre civile. Les vers suivants se réveillent dans ma mémoire:

> Je puis, si tu le veux, incendier l'Hôtel de Ville,
> Flamber Finances, massacrer les ministres d'évangile.

Leur facture offense singulièrement les lois de la métrique. La pensée qu'ils expriment fut attribuée à un malheureux insurgé et il fut fusillé. Quelle répression va-t-on exercer contre l'électricité qui met le feu aux rues?

C'est, en effet, un événement rare qui s'est produit tout récemment dans la ville de Budapesth, dans les circonstances que nous relatons.

A la suite d'un choc violent, un gros ballon de verre rempli de benzine tomba d'une voiture; le récipient se brisa en morceaux et tout le liquide se répandit dans la rue et envahit les rails du tramway. Bientôt après arriva une voiture; au même instant s'éleva du chenal renfermant les conducteurs du courant électrique une gerbe d'étincelles, qui enflammèrent la benzine. Aussitôt le véhicule, qui était au repos, prit feu. Les voyageurs effrayés s'élancèrent de la voiture que l'on put rapidement éloigner et sauver en partie.

Les flammes de benzine en feu s'élevaient jusqu'aux étages supérieurs des maisons, dégageant une fumée opaque. La panique fut grande, les immeubles voisins du sinistre ne furent préservés que grâce à l'arrivée rapide des pompiers, qui éteignirent le feu en dix minutes. — D.

Les tramways électriques. — Un des plus importants points du programme de discussion par laquelle le septième Congrès international de tramways tenu en septembre à Budapesth termina sa session fut la question suivante:

Faut-il faire la traction animale ou par procédés électriques?

Après d'intéressants débats, les membres de l'Assemblée se mirent d'accord sur la résolution qui suit:

L'exploitation électrique des tramways par courants issus d'une station centrale, avec conducteurs aériens ou souterrains, a fait ses preuves en plusieurs endroits.

Les chiffres de statistique dont on dispose actuellement ne suffisent pas encore, au point de vue financier, à asseoir un jugement relatif aux frais d'exploitation des tramways électriques.

L'application des procédés électriques de traction est d'un grand intérêt public, non seulement parce qu'ils procurent une plus grande vitesse, mais encore parce que les lignes atteignent un plus haut rendement par l'augmentation du trafic périodique.

L'Assemblée générale exprime l'opinion que l'exploitation électrique des tramways est d'un intérêt général et recommande son adoption aux autorités municipales et aux compagnies exploitantes.

L'Assemblée générale affirme, en outre, la conviction que l'accueil favorable de la part des autorités rendra légères aux Compagnies de tramways les dépenses élevées de premier établissement des tramways électriques, et particulièrement celles afférentes à la substitution de l'électricité aux chevaux. Le consentement aux prolongations de la durée des concessions et à l'emploi de conducteurs aériens facilitera, dans une grande proportion, les entreprises. — D.

Le télautographe de Gray en service. — Le premier télautographe de Gray introduit dans l'usage quotidien a été mis en service dans la région nord de Chicago entre le siège de l'administration de la « Western Union » et le bureau principal. La ligne fonctionne d'une façon régulière et donne toute satisfaction.

L'exposition de l'invention du Dr Gray, dans le palais de l'Électricité, constitue une véritable attraction. — D.

L'électricité à Liège. — Le tramway électrique de Herstal, près de Liège, est en plein fonctionnement depuis deux mois.

Quatre voitures sont actuellement en service régulier. Nous donnerons prochainement une description de cette installation.

La fabrique nationale d'armes de guerre a augmenté son service de distribution de force motrice par l'électricité, par l'adjonction à son installation primitive [1] d'un groupe dynamo-vapeur Willains de 300 chevaux. Une distribution d'une puissance de 500 chevaux sera de même établie aux usines de la Vieille-Montagne. — D.

[1] Voir l'*Électricien* du 10 septembre 1892, p. 177.

L'Éditeur-Gérant: GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 148 28 Octobre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LA GRÈVE DES MINEURS

Le vent de la grève qui soufflait depuis quelque temps déjà sur l'Angleterre a passé le détroit et s'est abattu sur le Pas-de-Calais. Il semblait vouloir gagner les bassins du Nord de la France et les centres houillers belges et allemands.

Cette fois, on a craint que ce fût la lutte décisive entre le capital et le travail.

On voyait déjà les quelques stocks disponibles disputés à des prix exorbitants par la grosse industrie, les petites usines étant obligées de fermer leurs portes, au grand désappointement d'une légion de travailleurs très intéressants. Plus de charbon ! Si ce cri avait retenti, on conçoit la panique qui se serait emparé de tous : financiers, industriels, commerçants... C'eût été l'effondrement général.

On se serait trouvé dans une situation analogue à celle où la France, pendant la Révolution, attaquée de tous côtés par l'Europe coalisée, et plus tard pendant le blocus, en fut réduite à ses propres ressources, ne pouvant plus compter sur les matières premières que son industrie puisait au dehors.

Plus de charbon ! Cette éventualité heureusement ne semble pas proche. Je puis donc donner en toute indépendance mon opinion sur la situation que créerait la rareté du charbon. Je me plairais à la voir, sinon se produire brusquement, du moins apparaître dans l'avenir, de manière à stimuler le génie inventif de nos savants ingénieurs.

Je suis, en effet, de ceux qui pensent que l'abondance du charbon, son prix modique, le bon marché des machines à vapeur, qui semblent cependant avoir dit leur dernier mot, tout cela a amené, dans le développement scientifique, une telle stagnation, qu'on en était presque arrivé à se rejouir des insuccès inévitables de tout début, que subirent les plus vaillants, qui ont coupé court à la routine, ne se sont pas laissé décourager et n'ont pas cessé de poursuivre leurs intéressants travaux sur le transport de la force par l'électricité.

Vienne donc le blocus du charbon, si, suivant les lois inexorables de l'histoire, l'absence de cette matière doit faire naître avec elle le palliatif qui la fait oublier !

Ne fallut-il pas, en effet, que la guerre de la première République fermât nos ports aux produits de l'Étranger pour qu'on songeât à extraire des pyrites le soufre qui nous venait de solfatares de Sicile.

L'illustre Leblanc aurait-il jamais osé présenter son système de préparation de la soude, qui s'est conservé intact et qui sert encore aujourd'hui à fabriquer les 240 millions de kilogrammes que consomment aujourdhui la France et l'Angleterre, si la soude, qui nous arrivait d'Espagne, ne nous avait pas fait défaut pendant cette époque d'hostilités !

Il faut donc de ces situations critiques pour nous sortir de notre quiétude d'industriels faisant leurs affaires, sans souci du lendemain, et nous décider à songer à l'avenir.

Ainsi s'explique le peu d'empressement qu'on met à soulever le voile capricieux qui cache aux regards de l'indifférent les secrets de ce domaine si vaste et si varié des transformations de l'Énergie, dès l'instant où nous obtenons si facilement celle-ci pour nos besoins divers, par le charbon.

Ces arbres carbonisés qui ont été engloutis aux siècles préhistoriques et que nous excavons tous les jours de mines qui sont loin d'être inépuisables constituent-ils donc, à

Digitized by Google

eux seuls, l'unique moyen dont nous puissions disposer pour produire l'énergie dont nous avons besoin ?

Non, heureusement non ! Il suffit, en effet, de regarder autour de soi pour être convaincu du contraire.

Le vent, cette première force naturelle qui se soit manifestée à l'homme, et ces chutes d'eau sans cesse alimentées par les sources intarissables, qui reçoivent l'eau qui a été évaporée par le soleil dans les régions élevées de l'atmosphère d'où elle retombe sous forme de pluie :

Ne sont-ce pas là des sources immuables d'énergie, qui depuis des siècles ont laissé l'ingénieur indifférent, ne pouvant séduire que l'humble artisan, qui a trouvé la richesse en leur demandant la force motrice nécessaire à la marche de son moulin ou de son pressoir ?

Le moment n'est-il pas venu de leur demander une plus grande somme d'efforts dont elles sont capables ?

Nous laisserons, pour le moment, de côté le vent, que l'emportement de son caractère, sa force excessivement variable ne permettent pas d'utiliser, sans l'emploi d'appareils très compliqués, par conséquent très coûteux et sur la valeur desquels on n'est pas encore très fixé.

Mais restent les chutes d'eau qui ne sont pas soumises à de tels écarts et qui peuvent dès maintenant être utilisées ; et la quantité d'énergie dont elles sont capables sur toute la surface du globe est extrêmement considérable.

Ainsi les chutes du Niagara débitent, à elles seules, plus de 100 millions de tonnes d'eau par heure, ce qui correspond à une puissance de 16 millions de chevaux-vapeur environ, que la production totale de houille du monde entier pourrait à peine produire.

En France, particulièrement, l'énergie des chutes d'eau non encore utilisées peut être évaluée à 17 millions de chevaux-vapeur.

Or l'idée d'utiliser ces sources immenses d'énergie n'a porté ses fruits que dans des limites très restreintes.

Il faut avouer qu'on ne pouvait guère songer à s'aventurer dans cette voie sans avoir à sa disposition un véhicule de l'énergie, souple, facile à manier et à diriger.

Or ce véhicule par excellence, l'Électricité, nous le connaissons suffisamment maintenant pour le maintenir dans les limites que nous voulons lui assigner. La science électrique est, en effet, arrivée à un degré tel que nous pouvons envisager sérieusement la généralisation de l'utilisation des chutes d'eau.

Deux moyens se présentent d'abord à notre esprit :

Le transport de force par l'électricité :

a) Au moyen de conducteurs aériens ou souterrains ;

b) Au moyen d'accumulateurs.

Le premier moyen ne semble devoir être appliqué que dans certains cas particuliers, soit qu'il s'agisse de transporter en bloc une grande quantité d'énergie depuis la source naturelle jusqu'au point unique d'utilisation, soit qu'il s'agisse d'amener le courant d'une source inaccessible à l'endroit le plus proche où l'on pourrait installer l'usine de distribution.

La multiplicité des conducteurs, dans le cas de la généralisation d'une semblable distribution, conduit, en effet, à l'établissement de nombreuses lignes et de supports qui nécessitent une dépense d'établissement, d'entretien et de surveillance la plupart du temps trop considérable. En outre, ces frais d'amortissement et d'entretien sont à peu près constants pour chaque usine, que celle-ci fonctionne d'une manière continue ou soit soumise à des chômages prolongés, en sorte que ces dépenses annuelles sont extrêmement variables si on les rapporte au cheval-heure dépensé par une usine dont la production varie dans des limites assez étendues.

Digitized by Google

Pour ces raisons, le deuxième moyen, qui consiste dans le transport de l'énergie par les accumulateurs électriques, nous apparaît comme la solution de l'avenir.

En effet, ce mode de transport se prête à toutes les divisions, avec la plus grande facilité, et permet de porter, au fur et à mesure des besoins, la parcelle d'énergie recueillie devant la chute immense, où est la génératrice, jusqu'à la plus petite usine où elle sera dépensée, comme cela se pratique actuellement avec le charbon [1].

Nous nous proposons précisement de montrer le pas à franchir pour arriver dans cette voie à des résultats satisfaisants.

Actuellement, et d'une manière générale, en envisageant le fonctionnement des grandes et des petites usines, on peut admettre qu'en moyenne le prix de revient du cheval-heure produit par la houille au moyen de la machine à vapeur est de 0,10 fr, y compris tous frais d'amortissement du matériel, d'entretien du personnel et de consommation du charbon, à la seule exception des frais de transport de celui-ci qui croissent avec la distance.

Or, avec les accumulateurs actuels les plus perfectionnés et de plus haute capacité, il faut compter 25 kg d'accumulateurs par cheval-heure réellement utilisé à l'usine réceptrice (y compris le rendement de 0,90 0/0 dans la dynamo réceptrice). Ce qui représente un capital, par cheval-heure, à raison de 1,50 fr le kilogramme, de 37,50 fr.

Il faut admettre, en outre, qu'un accumulateur déchargé pendant une partie de la journée ne pourra pratiquement être renvoyé à l'usine génératrice que pendant la nuit, pour y être rechargé pendant la journée suivante, etc., en sorte que le cycle complet de cet accumulateur durera au moins 48 heures, c'est-à-dire que ces 25 kg d'accumulateurs ne pourront servir par an qu'au transport de $\frac{365}{2}$ = en nombres ronds 180 chevaux-heures.

Or les frais d'amortissement du capital, en admettant qu'un accumulateur ne dure que 10 ans, est de (en comptant l'intérêt simple à 5 0/0, soit 13 0/0 y compris l'amortissement) :

$37{,}50 \times \frac{13}{100} =$	4,875 fr
Les frais d'entretien sont de 10 0/0 environ de la valeur, soit.	3,75
Total des charges afférentes à l'accumulateur.	8,625

Soit par cheval-heure :

$$\frac{8{,}625 \text{ fr}}{180} = 0{,}047 \text{ fr.}$$

Tel est le prix du transport du cheval-heure, abstraction faite des taxes à payer aux voies ferrées, que nous comparerons à celles que paye précisément le charbon.

Quel est maintenant le prix du cheval-heure à l'origine ? De récentes communications à la « British Association » ont montré qu'on pouvait arriver au chiffre de 50 fr et même moins par horve-power nominal par an, sur l'arbre de la turbine, soit par cheval-heure réellement transmis à l'usine, si l'on tient compte du rendement dans la dynamo (0,90) et dans les accumulateurs (0,80) :

$\frac{50}{0{,}9 \times 0{,}8} =$	69,60 fr

Si les dynamos génératrices représentent une dépense de 200 fr par kilowatt et qu'on suppose les installations doublées, il faut une dépense de 400 fr par kilowatt. Soit $\frac{400 \times 736}{1\,000} = 294{,}40$ fr par cheval.

A reporter. . . . 69,60 fr

1 L'accumulateur pourra même présenter cet avantage sur le charbon qu'il pourra peut-être lui-même, un jour, fournir économiquement la force nécessaire à la traction du véhicule qui le transporte.

Digitized by Google

Report. . . . . 69,60 fr

Ce qui représente une dépense annuelle, à raison de 10 0/0, de 29,44 fr. Et si l'on tient compte du rendement dans les accumulateurs (0,80) :

$$\frac{29,44 \text{ fr}}{0,8} = \text{environ.} \quad \ldots \ldots \quad 36,80 \text{ fr}$$

Soit une dépense totale par an de. . . . . 106,40 fr

Pour $365 \times 24 = 8\,760$ chevaux-heures.

Soit par cheval-heure $\frac{106,40 \text{ fr}}{8\,760} = 0,012$ fr.

Enfin, si nous admettons qu'à l'usine réceptrice on ait également doublé les installations de dynamos, il faudra 400 de dynamo par kilowatt. Soit $\frac{400 \times 736}{1\,000} = 294,40$ fr par cheval nominal. Ce qui représente une charge annuelle à 10 0/0 au capital de $294,40 \times \frac{10}{100} = 29,44$ fr.

Or, si l'usine ne marche que douze heures, cette dépense se répartit sur $360 \times 12 = 4\,380$ chevaux-heures, soit par cheval-heure $\frac{29,44}{4\,380} = 0,0067$ fr.

Le prix total de l'énergie transportée par accumulateur est donc par cheval-heure de :

$$0,047 + 0,012 + 0,0067 = 0,0657 \text{ fr,}$$

non compris le prix du transport par voie ferrée.

Supposons maintenant que la taxe par tonne par voie ferrée soit exactement la même pour le charbon que pour les accumulateurs, c'est-à-dire 0,03 fr par tonne et par kilomètre, et admettons qu'il faille au maximum en moyenne 2 kg de charbon pour produire un cheval-heure.

En appelant x la distance en kilomètre de l'usine réceptrice à la mine ou à la source hydraulique, le prix de revient réel du cheval-heure est de :

1° Avec la houille $0,10 \text{ fr} + (0,03 \times 0,002 \text{ kg} \times x)$;

2° Par les accumulateurs $= 0,0657 + (0,03 \times 0,025 \times x)$.

Pour qu'il y ait égalité dans les deux modes de production de l'énergie, il faut que :

$$0,10 + (0,03 \times 0,002 \times x) = 0,0657 + (0,03 \times 0,025 \times x)$$

$$x = \frac{3\,430}{69} = 50 \text{ km environ.}$$

Au-dessus de cette distance l'avantage serait au charbon.

C'est un résultat bien médiocre, mais qui fait toucher du doigt que tous les efforts doivent être dirigés en vue d'abaisser le poids mort des accumulateurs.

Or, ce problème est probablement loin d'être insoluble si l'on cherche dans d'autres voies que celles qui ont conduit aux appareils actuels.

A voir l'accumulateur au plomb, on est, en effet, tenté de se demander si l'on n'a pas posé comme principe que, pour faire un bon accumulateur, il fallait prendre des électrodes et un électrolyte ayant un très grand poids spécifique.

Nous nous proposons de faire connaître, prochainement, les expériences qui nous ont permis d'entrevoir comme possible la réduction, dans des proportions très importantes, de ce poids mort et, par suite, d'envisager comme très prochaine la généralisation de l'emploi des chutes d'eau pour la production de l'énergie.

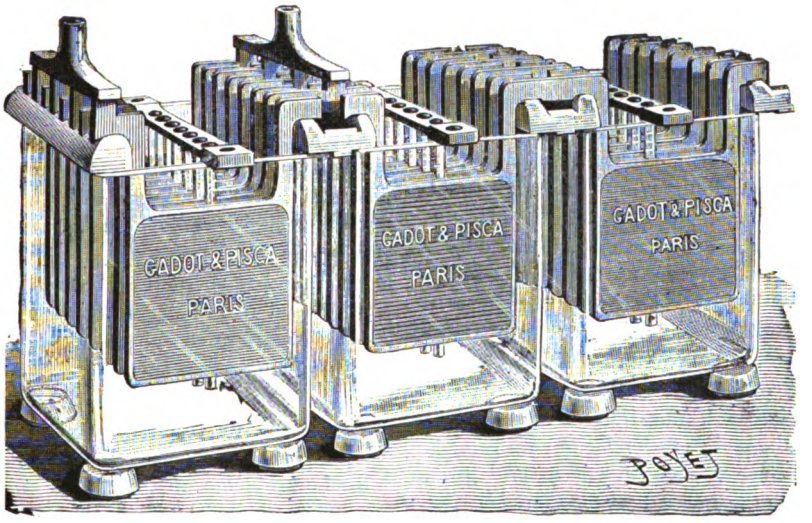
Albert Moutier.

Digitized by Google

LE NOUVEL ACCUMULATEUR GADOT ET PISCA

MM. Gadot et Pisca viennent de faire breveter un nouveau modèle d'accumulateur qui est représenté sur la figure ci-dessous.

Les plaques ne comportent plus de pastilles ; elles sont garnies de rainures remplies de matière active. Afin d'éviter les soudures et les bornes de connexion, les inventeurs ont adopté un système de plaques jumelles, disposées de telle manière que les plaques sont supportées de chaque côté par les rebords du vase en verre; ils ont ainsi évité l'emploi de tasseaux intérieurs qui sont souvent une cause de dérangement. Pour isoler les plaques et aussi pour maintenir entre elles un écartement bien régulier, des supports à peigne, en porcelaine, sont placés entre les queues des plaques et les rebords des vases ; de plus, une règle en porcelaine, garnie de tubes de même substance, se place au milieu de l'élément, comme le montre la figure, et permet de nettoyer la surface des plaques en faisant tomber les fragments de matière active qui auraient pu se détacher.



Le montage d'une batterie est, grâce à ces nouvelles dispositions, rendu très facile, car il n'y a de soudures à faire que pour fixer des prises de courant aux deux pôles ou à quelques éléments, aux deux extrémités de la batterie, lorsqu'on fait usage d'un commutateur de réduction. Toutes les plaques sont ainsi parfaitement réunies et, en outre, faciles à remplacer sans rien démonter.

La nouvelle disposition donnée par MM. Gadot et Pisca à leurs accumulateurs nous paraît très rationnelle et a surtout le mérite d'être très simple. Le grand espace ménagé entre la partie inférieure des plaques et le fond du vase est aussi une excellente précaution pour éviter les courts circuits produits par les dépôts qui se forment dans les récipients.

A. M.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 octobre 1893

Sur la théorie de la pyro-électricité et de la piézo-électricité, par lord Kelvin. — I. La doctrine de l'électropolarisation des corps masquée par une électrisation superficielle, que j'ai donnée il y a trente ans dans *Nichol's Encyclopedia*[1], manquait d'une explication physique de la polarisation moléculaire supposée qui permît d'en déduire une théorie physique satisfaisante de la pyro-électricité. Cette doctrine était surtout défectueuse, comme l'ont remarqué M. Röntgen et M. Voigt, en ce sens qu'elle ne renfermait aucune suggestion pour expliquer les polarités électriques multiples produites irrégulièrement par des changements irréguliers de température dans la boracite, le quartz et la tourmaline elle-même, lesquelles ont troublé beaucoup de naturalistes et d'expérimentateurs.

Une Note courte, mais très importante, publiée par MM. Jacques et Pierre Curie dans les *Comptes rendus* du 14 février 1881, vient combler cette lacune de manière à suggérer ce qui me paraît être, comme une question de fait, la véritable théorie électrochimique d'une molécule cristalline; ma primitive indication de théorie peut ainsi recevoir une extension facile, qui remédie à son insuffisance au point de vue de la multipolarité et la rend propre à l'explication, non seulement de la pyro-électricité anciennement connue des cristaux, mais aussi de la piézo-électricité découverte par les frères Curie eux-mêmes[2].

L'élément qu'ils considèrent de deux métaux, zinc et cuivre, soudés ensemble et uniquement entourés d'air, représente parfaitement une véritable molécule composée électrochimique, telle que H^2O ou SiO^2; j'en ai réalisé un modèle physique il y a trois semaines et décrit l'appareil dans une communication au *Philosophical Magazine*[1], sans savoir que j'avais été devancé dans cette conception.

II. Pour représenter les qualités pyro-électriques et piézo-électriques dans un cristal, prenons comme molécule cristalline un corps solide de forme quelconque entouré par une surface formée de parties de différents métaux, soudés ensemble de manière à constituer un conducteur métallique. Disposons un grand nombre de molécules semblables avec méthode, comme un assemblage homogène de Bravais, sans qu'elles se touchent entre elles, et relions chaque molécule aux voisines par des ressorts non conducteurs (en caoutchouc, si l'on veut réaliser un modèle qui fonctionne pratiquement).

Nous pouvons, par exemple, supposer que chaque molécule est liée seulement avec douze molécules voisines, c'est-à-dire dans l'ordre des distances croissantes: les deux plus rapprochées; les deux suivantes; deux autres encore dans le plan des quatre premières; et les trois paires de molécules choisies suivant la même règle de part et d'autre de ce plan. On a ainsi un modèle mécanique parfait pour l'élasticité et la piézo-électricité d'un cristal; il convient également à la pyro-électricité si l'on suppose qu'un changement de température modifie soit l'électricité de contact des métaux, soit la configuration de l'assemblage par un changement dans la forme de chaque molécule ou dans la force des ressorts.

III. Le problème mathématique que présente une telle combinaison est le suivant :

Étant donné un assemblage homogène de surfaces fermées S *égales et semblables, chacune d'elles composée de deux ou plusieurs métaux différents, toutes isolées dans une grande enceinte dont les parois* C *sont partout à une distance pratiquement infinie de l'assemblage et formée par l'un des métaux qui entrent dans la composition des surfaces* S (*du cuivre, pour fixer les idées*), *trouver :*

1° *Le potentiel dans le cuivre d'une molécule quelconque, lorsque la charge électrique totale de chacune d'elles est nulle;*

2° *La charge électrique de chaque molécule, quand elles sont toutes reliées métalliquement par des fils infiniment minces.*

[1] Reproduite dans la collection des *Mathematical and Physical papers* (Sir W. Thomson), vol. I, p. 315. — *Wiedemann's Annalen*, t. XVIII, p. 213; 1883. — *Allgemeine Theorie der Piezo und Pyro-electrischen Erscheinungen an Kristallen*, p. 6; extrait du vol. XXXVI de *Abhand. Konig. Ges. Wiss. Gottingen;* 1890.

[2] *Comptes rendus*, 2 et 16 août 1880.

[1] *On a Piezoelectric Pile*, numéro d'octobre 1893.

Digitized by Google

IV. L'expression mathématique de ces conditions et des questions du problème est la suivante :

Considérant la surface S d'une des molécules, soient :

f (P) une fonction donnée de la position d'un point P sur la surface S, qui représente la différence entre le potentiel dans l'air à une distance infiniment petite du point P et le potentiel de l'air infiniment près du cuivre de la molécule (cette fonction est la même pour les points correspondants de toutes les molécules) ;

V_n le potentiel sur le cuivre de la molécule désignée par le nombre n ;

$D(P_i, P_n)$ la distance des points P_i sur la molécule i, et P_n sur la molécule n ;

$\int\int dS_i$ une intégration étendue à la surface de la molécule i, et ρ_i une fonction de la position du point P_i sur la surface de cette molécule (la densité électrique en P_i) ;

$\sum_i$ une sommation pour toutes les molécules, y compris le cas où $i = n$;

Q_n la charge électrique totale de la molécule n.

L'équation d'équilibre électrique est

$$(a) \qquad \sum_i \int\int \frac{\rho_i dS_i}{D(P_i, P_n)} = f(P_n) + V_n,$$

et l'on a

$$(b) \qquad \int\int \rho_n dS_n = Q_n.$$

On demande de trouver, pour chaque valeur de n :

1° V_n, lorsque $Q_n = 0$;

2° Q_n, lorsque $V_n = 0$.

V. Le problème ainsi posé est d'un caractère transcendant très élevé, à moins que la surface S ne soit sphérique. Dans ce cas, il peut être résolu pour un nombre fini quelconque de molécules ; c'est une simple question de calcul laborieux.

Le travail d'un mathématicien compétent, pendant sa vie entière, serait peut-être suffisant, si l'assemblage était un parallélépipède de Bravais renfermant 125 globes en 5 réseaux de 25 globes, pour donner la solution relative à chacun d'eux avec une exactitude de 1/100. Il ne faudrait pas plus de peine pour résoudre le problème, au même degré d'approximation, pour chacune des 125.10^{21} molécules sphériques dans un parallélépipède semblable de Bravais comprenant 5.10^7 réseaux, si la distance h entre les plans des points correspondants de deux réseaux consécutifs renfermant les molécules de première et de seconde distance n'était pas supérieure au double du diamètre de chaque molécule.

VI. Lorsque cette dernière condition est remplie, on peut voir, par nos connaissances générales sur la doctrine des écrans électriques et sans résoudre le problème, tel qu'il est exposé, pour chaque molécule individuelle, que la solution de la seconde question est très approximativement $Q_n = 0$ pour toute molécule dont la distance à un point quelconque de la surface-enveloppe de l'assemblage dépasse $2h$ ou $3h$, et cela que les molécules soient sphériques ou d'une autre forme quelconque qui n'en soit pas très différente.

On voit aussi que la distribution d'électricité est semblable sur toutes les molécules dont la distance aux bords de l'assemblage est supérieure à $3h$, ou peut-être $4h$ ou $5h$, c'est-à-dire que la totalité de l'assemblage compris dans la cavité d'une couche d'une certaine épaisseur ($3h$ ou $4h$) est entièrement homogène, non seulement au point de vue géométrique et mécanique, mais encore électriquement.

Le problème qui consiste à déterminer, avec une exactitude modérée, la distribution d'électricité sur chaque molécule de l'assemblage homogène ainsi constitué est comparativement facile si la forme des molécules est sphérique.

VII. On voit aussi, par les éléments connus d'Électrostatique et sans résoudre le problème de trouver la charge électrique sur chaque molécule de la couche extérieure dans les conditions indiquées au § VI, que la somme des quantités d'électricité situées sur toutes les molécules de cette couche, par unité de surface, est égale à la composante normale du moment électrique par unité de volume de l'assemblage homogène situé dans la cavité de cette couche superficielle.

VIII. Les conditions de l'édifice complet, couche superficielle et assemblage homogène situé à l'intérieur, auxquelles on est arrivé dans les §§ VI et VII, peuvent être considérées comme représentant la condition naturelle non troublée d'un cristal.

Supposons maintenant qu'un changement homogène dans la configuration de cet édifice soit produit par l'application d'une force convenable aux molécules de la couche ou par une variation uniforme de température dans tout l'intérieur, ou par les deux causes agissant simultanément. Il n'est pas nécessaire d'exclure le cas où la forme de la couche-enveloppe serait invariable, c'est-à-dire le cas où les positions relatives des points correspondants de toutes les molécules resteraient les mêmes, le changement

Digitized by Google

de configuration se réduisant alors à une rotation infiniment petite de chaque molécule. Il est important de comprendre ce cas pour se prémunir contre une tendance que je trouve dans les Mémoires de MM. Curie et de M. Voigt, laquelle consiste à limiter les propriétés pyro-électriques, en supposant sans preuve expérimentale qu'elles sont identiques aux effets piézo-électriques produits par des forces capables d'amener les mêmes changements de forme ou de volume que ceux qui résultent des variations de température. Dans la nature, on peut considérer comme une possibilité générale, et comme un résultat probable dans certains cas, qu'une électropolarisation soit produite dans un corps par des variations de température, même lorsque les changements de forme ou de volume sont détruits par l'application de forces convenables sur la surface. Dans notre modèle, des modifications de la force des ressorts devraient certainement entraîner une rotation des molécules et produire ainsi une électro polarisation, même si les molécules de la couche extérieure sont maintenues immobiles, à moins que les ressorts ne soient combinés et construits spécialement en vue d'annuler cet effet.

IX. Il faut résoudre maintenant le problème de trouver la variation du moment électrique de chaque molécule de l'assemblage homogène, produite par le changement de configuration décrit au § VIII, lorsque le potentiel est nul sur toute la surface de la couche enveloppante. Pour n'avoir pas à défaire l'isolement séparé de toutes les molécules ou de quelques-unes, et pour conformer nos idées à la réalité des expériences sur les propriétés électriques des cristaux, je suppose que cette égalité de potentiel est produite, non par une liaison métallique temporaire entre les molécules, comme au § III (2°), mais par une feuille métallique entourant notre modèle et dont la surface interne est partout très voisine de l'enveloppe de l'assemblage, par exemple à une distance moindre que $2h$ ou $3h$ dans notre modèle, ou moindre que $10^6.h$, si l'on opère avec un cristal réel dans une expérience réelle.

X. Pour trouver expérimentalement la solution du problème mathématique du § IX, divisons la feuille de métal en deux parties, dont l'une (correspondant au *plan d'épreuve* de Coulomb) sera désignée par E, pour abréger. Elle peut ou être assez petite pour qu'on la considère comme plane, ou former une portion de la feuille qui couvre une étendue finie de surface plane sur l'enveloppe de l'assemblage.

Opérons d'abord sur le cristal dans son état naturel non troublé et couvert par la feuille métallique dont la partie E est isolée.

Produisons le changement de configuration indiqué au § VIII ; mesurons alors la quantité d'électricité qui devrait passer de E au reste de la feuille pour égaliser le potentiel de part et d'autre. C'est entièrement et exactement ce que font MM. Curie dans leur admirable expérience avec le *quartz piézo-électrique*, évitant toute obligation de considérer le problème essentiellement transcendant de la distribution du potentiel électrique à la surface d'un cristal non couvert, quand il existe un trouble pyro-électrique ou piézo-électrique dans l'intérieur.

Le quotient de la quantité d'électricité ainsi mesurée par l'aire de E est égal à la composante normale à E de l'électropolarisation intérieure lorsque E et le reste de la feuille sont en communication métallique.

XI. Comme conclusion, en suivant M. Voigt dans sa *Théorie générale* déjà citée, on voit qu'il existe essentiellement dix-huit coefficients indépendants pour la piézo-électricité d'un cristal en général, en trois formules qui expriment les trois composantes du moment électrique par unité de volume, chacune sous la forme d'une fonction linéaire des six composantes de la déformation géométrique (strain) de la substance. A chacune de ces expressions j'ajoute un terme pour la composante du moment électrique dû au changement de température, lorsqu'une force appliquée sur la surface empêche tout changement de volume ou de force. On a ainsi en tout vingt et un coefficients indépendants pour la piézo-électricité et la pyro-électricité, lesquels devraient être déterminés par l'observation pour un cristal réel.

Il est intéressant de voir comment notre modèle peut être construit pour réaliser les phénomènes piézo-électriques et pyro-électriques, en accord avec des valeurs quelconques données aux vingt et un coefficients, par une solution expérimentale d'autant de problèmes mathématiques du § IV qu'il sera nécessaire dans ce but.

XII. Choisissons une forme convenable, sphérique ou peu différente de la sphère, pour chaque molécule. Divisons la surface totale en vingt-deux parties (ni très inégales, ni s'éloignant d'une manière exagérée de surfaces carrées ou hexagonales à angles égaux et côtés égaux) et numérotons-les par les chiffres 0, 1, 2, ..., 21. Construisons une molécule d'épreuve, la partie o étant toujours en cuivre, la partie 1 étant en zinc pour la première expérience et les par-

Digitized by Google

ties 2, 3, ..., 21 en cuivre. Prenons un grand nombre de ces molécules pour en constituer un assemblage homogène de Bravais avec des valeurs arbitrairement choisies pour les six côtés des tétraèdres fondamentaux aux angles aigus.

Réunissons les molécules d'une manière homogène par des ressorts non conducteurs, comme il a été indiqué au § II. Pour arriver complètement à la pyro-électricité sans hypothèse, il faut choisir ces ressorts de telle façon que, par une variation de température, lorsque les molécules du pourtour sont fixes, toutes les molécules intérieures éprouvent autour d'axes parallèles des rotations égales entre elles et proportionnelles à la différence de température. Cette condition exige que les ressorts soient constitués par deux ou plusieurs substances différentes; et quand ces ressorts sont situés dans leurs positions convenables entre les molécules, ils doivent être en tension (stress), les uns tirant et les autres poussant, dans la condition non troublée de l'assemblage.

XIII. Soumettons maintenant l'assemblage successivement à six composantes différentes, e, f, g, a, b, c, d'une déformation géométrique (strain), et à une variation de température t, pendant que les molécules de l'enveloppe restent fixes. Pour chacune de ces sept configurations, mesurons par trois expériences distinctes, suivant la méthode indiquée au § X, les trois composantes de la somme des moments électriques des molécules par unité de volume.

XIV. Répétons les mêmes 21 mesures en formant avec du zinc la partie 2 de la surface de chaque molécule, tout le reste en cuivre; puis, en formant la partie 3 avec du zinc et tout le reste en cuivre; et ainsi de suite.

On a ainsi 21^2 mesures distinctes dont chacune donne, d'une manière indépendante, un des facteurs $[x, e, 1]$, $[x, e, 2]$, ..., qui apparaissent dans les 21 équations :

$$[x, e, 1]v_1 + [x, e, 2]v_2 + \ldots + [x, e, 21]v_{21} = (x, e),$$
$$[x, f, 1]v_1 + [x, f, 2]v_2 + \ldots + [x, f, 21]v_{21} = (x, f),$$
$$[x, g, 1]v_1 + [x, g, 2]v_2 + \ldots + [x, g, 21]v_{21} = (x, g),$$
$$[x, a, 1]v_1 + [x, a, 2]v_2 + \ldots + [x, a, 21]v_{21} = (x, a),$$
$$[x, b, 1]v_1 + [x, b, 2]v_2 + \ldots + [x, b, 21]v_{21} = (x, b),$$
$$[x, c, 1]v_1 + [x, c, 2]v_2 + \ldots + [x, c, 21]v_{21} = (x, c),$$
$$[x, t, 1]v_1 + [x, t, 2]v_2 + \ldots + [x, t, 21]v_{21} = (u, t),$$

et deux séries d'équations semblables dans lesquelles on remplacera x par y et z.

Dans ces équations $v_1, v_2, \ldots, v_{21}$ désignent les différences volta-électriques rapportées au cuivre qui doivent être données aux parties 1, 2, ..., 21 de la surface de la molécule pour que les 21 coefficients piézo-électriques et pyro-électriques puissent avoir leurs valeurs données $(x, e), (x, f), \ldots, (z, t)$; la signification de ces coefficients est donnée par les trois équations suivantes :

$$X = (x, e)e + (x, f)f + (x, g)g + (x, a)a + (x, b)b + (x, c)c + (x, t)t,$$
$$Y = (y, e)e + \ldots\ldots\ldots\ldots + (y, t)t,$$
$$Z = (z, e)e + \ldots\ldots\ldots\ldots + (z, t)t,$$

dans lesquelles X, Y, Z désignent les composantes du moment électrique par unité de volume produit dans le cristal par le changement géométrique et le changement de température (e, f, g, a, b, c, t).

Ainsi la différence volta-électrique du zinc au cuivre étant prise comme unité, les 21 volta-différences rapportées au cuivre des parties 1 à 21 de la surface de chaque molécule sont déterminées par 21 équations linéaires.

« XV. Par cette méthode on a construit, en imagination, pour les qualités piézo-électriques et pyro-électriques d'un cristal un modèle dans lequel chacun des 21 coefficients piézo-électriques et pyro-électriques a une valeur donnée arbitrairement.

XVI. Dans les principaux systèmes de symétrie, il est facile de voir quelle est, pour chaque cas, la manière de diviser la surface de notre molécule-modèle en parties de métaux divers, propre à donner de la façon la plus simple la solution du problème de réaliser dans l'édifice-modèle les phénomènes électriques observés.

Choisissons, par exemple, quatre cas :

1. Isotropie électrique autour d'un axe bipolaire électrique.

2. Quatre axes bipolaires électriques dans les directions des grandes diagonales d'un cube, avec les + + aux extrémités des diagonales des faces et les — — aux extrémités des autres diagonales des faces.

3. Le cas du quartz, c'est-à-dire un axe qui n'est pas bipolaire électrique : trois plans se coupant suivant cet axe à 120 degrés et possédant des propriétés électriques égales et semblables.

4. Le cas de la tourmaline, c'est-à-dire un axe bipolaire électrique, et trois plans comme au cas 3.

XVII. Pour le cas 1, choisissons un cube comme forme de molécule-modèle : trois faces en cuivre se coupant à une extrémité, et trois faces en zinc à l'autre extrémité d'une de ses grandes diagonales. Faisons un assemblage homogène avec de petits morceaux de caoutchouc attachés aux coins des cubes.

XVIII. Pour le cas 2, la forme est un tétradécaèdre (polyèdre de quatorze faces) obtenu en coupant les sommets d'un octaèdre à faces équi-

Digitized by Google

latérales, de manière à réduire ces faces à des hexagones équilatéraux avec des angles de 120 degrés. Il y a dans ce polyèdre huit faces hexagonales et six faces carrées. Construisons ces huit faces en cuivre et zinc alternativement, les faces carrées étant ou creuses ou toutes en un même métal, tel que zinc, cuivre ou tout autre. Faisons un assemblage comme il est expliqué au § XVII. Pour illustrer cette idée, je mets sous les yeux de l'Académie un modèle construit en carton.

XIX. Pour les cas 3 et 4 la forme de la molécule-modèle est déduite du dodécaèdre rhombique (chaque face étant un rhombe à angles de 60 degrés et 120 degrés) par une déformation indiquée au § XXI. On construira la molécule électrique en formant alternativement de cuivre et zinc les six faces parallèles à une quelconque des quatre diagonales passant par deux angles trièdres du dodécaèdre : pour le cas 3, les six autres faces sont chacune mi-partie zinc et cuivre ; pour le cas 4, les faces qui se coupent sur un sommet C sont formées d'un métal et les faces du sommet opposé C' d'un autre métal.

XX. Faisons un assemblage, premièrement de ces molécules en contact, remplissant l'espace d'un prisme hexagonal de quartz ou de tourmaline terminé en pyramide, comme celle du quartz, mais dont l'inclinaison est rectifiée comme au § XXI.

XXI. Séparons les molécules de manière à laisser des distances égales, α, entre les faces parallèles à l'axe du prisme, et des distances égales, β, entre les autres faces des molécules. Rectifions l'inclinaison de la pyramide pour l'identifier avec la pyramide terminale de quartz, par une élongation uniforme de l'assemblage dans la direction de l'axe du prisme.

Nous avons ainsi deux paramètres disponibles, α et β, pour donner les deux coefficients piézo-électriques du quartz dans la théorie générale de M. Voigt.

Le premier de ces coefficients exprime le phénomène découvert par MM. Curie ; le second, un phénomène très remarquable de piézo-électricité déduit mathématiquement par M. Voigt, à l'aide de la loi de symétrie, des formules de la théorie, et démontré comme une réalité de la nature par ses propres expériences, avec la collaboration de M. Friecke.

Dans ces expériences ils ont mesuré les deux coefficients et ils ont obtenu pour le premier à peu près la même valeur que MM. Curie.

Quant à la tourmaline, la théorie de M. Voigt et ses expériences avec M. Friecke donnent quatre coefficients. A présent il n'est pas nécessaire de discuter les modifications de notre modèle qui sont propres à donner des phénomènes piézo-électriques en accord avec quatre valeurs données arbitrairement pour ces quatre coefficients.

Association des chemins de fer et tramways de New-York

Un Rapport sur les circuits de retour pour les tramways électriques a été présenté par M. Mc Tighe dans la séance du 25 septembre. Le rapporteur, après avoir signalé la grande difficulté qu'il a eue à recueillir des documents par suite des divergences d'opinions qu'il a trouvées, déclare avoir dû finalement s'en rapporter presque complètement à son expérience personnelle et à ses études sur la question. Tout d'abord, l'auteur pense qu'on ne peut pas compter sur le retour par la terre dans les temps très secs ou pendant les gelées; quant à l'usage d'un conducteur supplémentaire pour augmenter la conductibilité du rail, il le trouve superflu en se basant sur la grande section des rails d'acier vis-à-vis du conducteur employé. La vraie solution de la question, d'après M. Mc Tighe, serait l'emploi des rails comme conducteurs de retour avec des joints en cuivre aussi courts et massifs que possible, eu égard aux nécessités de la dilatation. Ces joints devraient être rivés aux rails par des rivets faisant corps avec le joint lui-même et passant dans des trous fraîchement grattés à nu au moment du rivetage. Le martelage de la tête du rivet suffit pour assurer à la fois l'étanchéité et le bon contact et éviter ainsi l'attaque locale ; toutefois l'auteur recommande de couvrir les joints d'un massif de béton et d'asphalte pour les mettre à l'abri de l'humidité.

Il n'est peut-être pas inutile d'ajouter que le rivet faisant corps avec le joint est une invention brevetée par le rapporteur.

Pour relier la station électrique à la ligne de rails employée comme conducteur, l'auteur propose d'employer de vieux rails reliés par son système de joint ; mais cette dernière opinion soulève des critiques : il vaut mieux, en effet, revendre les vieux rails, qui ont une certaine valeur, pour acheter un conducteur en cuivre de section suffisante, que de les employer comme retour à cause des nombreux joints à faire et de la mauvaise conductibilité de ces rails oxydés.

M. L.

Digitized by Google

Galvanomètre K. Preyer pour courants alternatifs

Notre confrère la *Zeitschrift für Elektrotechnik* signale un nouvel appareil de mesure dû à M. Preyer, qui a utilisé les phénomènes de répulsion étudiés par le Prof. E. Thomson. On se rappelle que ce dernier a démontré expérimentalelement qu'une pièce massive de cuivre ou un circuit fermé était repoussé par une bobine ou un électro-aimant parcourus par un courant alternatif. Cette répulsion vient de ce que le courant induit est décalé de plus d'un quart de phase.

L'appareil de M. Preyer comprend deux solénoïdes avec noyaux de fer divisé qui produisent, dans un espace central, un champ magnétique puissant.

La partie mobile ou équipage est constituée par un cylindre creux en cuivre rouge monté sur pointes et portant un ressort antagoniste et une aiguille. Le pied étant symétrique, aucune rotation ne se produit ; pour produire la dissymétrie nécessaire, on l'entoure de deux segments cylindriques de 90 degrés, également en cuivre, qui jouent le rôle d'écrans magnétiques sur deux régions diamétralement opposées du cylindre.

Leur action est renforcée par un noyau central fixe en fer divisé et deux pièces polaires ayant un développement d'un quart de circonférence fixées aux noyaux des électros, dans la partie laissée libre par les écrans. Le grand inconvénient de ces sortes d'appareils, c'est que les indications varient beaucoup avec la fréquence du courant inducteur; c'est ce qui a empêché, croyons-nous, le Prof. Elihu Thomson lui-même de poursuivre ses essais dans cette voie.

E. M.

Transmisson des signaux à travers l'espace au moyen de l'électricité

(*suite et fin* [1])

M. Preece continue son étude sur les effets magnétiques des courants à distance les uns sur les autres, dans le cas de circuits rectilignes et parallèles de longueur finie ou infinie et de figures rectangulaires parallèles; il établit, pour chaque cas particulier, les lois de variation des effets en fonction des longueurs des circuits et des distances qui en séparent les différentes parties. L'auteur passe ensuite aux expériences pratiques qui ont été réalisées.

Le détroit de Bristol semblait être un endroit propice pour essayer la possibilité de communiquer sans conducteur intermédiaire à une distance de 5 à 6 km. Deux îlots, Flatholm et Steep Holm, sont situés en face de Penarth et de la pointe Lavernoch dans le voisinage de Cardiff. Un phare s'élève sur le premier de ces îlots. Un circuit de 1 250 m environ fut établi à terre sur une ligne de poteaux avec des fils de cuivre, le circuit étant fermé par la terre.

Sur le sable, à la laisse de basse mer, parallèlement, et à environ 600 m de ce circuit primaire, furent disposés deux câbles conducteurs ordinaires, isolés à la gutta, et un câble nu; leurs extrémités étant en relation avec la terre par deux barres de cuivre enfoncées dans le sable.

L'un des câbles à gutta était entouré par un fil de fer, de manière à représenter un câble armé. La marée, qui monte à cet endroit d'environ 10 m, recouvrait périodiquement ces câbles.

Un cable isolé à la gutta était pareillement disposé sur une longueur d'environ 600 m sur l'île de Flatholm à environ 6 km de distance.

Enfin un dernier câble isolé à la gutta et long de 900 m environ était remorqué à petite vitesse par un canot à vapeur, son autre extrémité étant fixée à un flotteur formant bouée, de telle sorte que le conducteur restait à peu près étendu à la surface de la mer. Ce câble fut successivement allongé dans diverses orientations et à des distances diverses du circuit primaire et des îles.

Le générateur employé à terre était un alternateur donnant 192 périodes par seconde avec un voltage de 150 volts, l'intensité pouvant atteindre 15 ampères. Une clef Morse servait à émettre ces courants alternatifs en en faisant des signaux, lesquels étaient interprétés au moyen de récepteurs téléphoniques, intercalés dans les circuits secondaires, les mêmes instruments étant employés pour toutes les expériences.

Ces expériences avaient pour but non seulement de voir jusqu'à quel point était pratique la communication avec le phare, mais encore de distinguer les effets dus à la conductibilité de l'eau de ceux dus uniquement à l'induction magnétique, et aussi de se rendre compte des effets que pourraient avoir l'eau ou l'air interposés entre les conducteurs.

Un effet fort curieux constaté dans ses expériences : c'est qu'un câble suspendu près de la surface de l'eau ne rendait plus aucun son dès qu'on le laissait plonger dans l'eau; les deux cir-

[1] Voir n° 147, p. 276.

Digitized by Google

cuits étant à 2 km de distance plus près de terre, la différence était moins sensible. Cette absence de son complète dans le câble submergé, surprenante au premier abord, peut s'expliquer soit en admettant que l'eau de mer, qui est un conducteur, agit comme un écran dissipant les vagues électro-magnétiques, soit, au contraire, que celles-ci sont réfléchies en dehors de la surface.

On n'éprouva aucune difficulté à communiquer entre la côte et Flatholm, soit à une distance de 6 km environ. L'essai fait sur Seep Hohn à 10 km de distance fut moins bon : on percevait bien des sons, mais l'interprétation de la dépêche était impossible; la limite pratique était atteinte. Avec la force dont on disposait, il n'est pas douteux que, si les lignes eussent été plus longues, ou le courant primaire plus puissant, on eût pu converser avec Steep Hohn aussi bien qu'avec Flatholm.

Dans le cas de lignes parallèles, la distance à laquelle les effets sont sensibles augmente avec le carré de la longueur des circuits; par suite, en pratique, si on peut donner aux circuits primaires et secondaires une longueur suffisante, il serait facile de communiquer par-dessus un canal ou un fleuve à travers l'espace.

Il est à remarquer que la proportion des distances au carré des longueurs n'est pas plus exacte à cause des troubles apportés par les effets inverses des courants de retour par la terre; toutefois, il est hors de doute qu'avec deux conducteurs de 20 km chacun on communiquerait facilement à 20 km de distance.

La communication à travers l'espace est donc, ainsi comprise, impossible entre un phare ou un bateau-feu isolé, par exemple, et une côte; et c'est précisément en vue de ce résultat que ces études avaient été dirigées. La longueur du circuit secondaire doit, en effet, être considérable et, pour bien faire, au moins égale à la distance séparant les deux postes; en outre, les appareils à employer sont encombrants et coûteux, et il sera souvent plus économique et plus simple de poser un câble sous-marin ordinaire.

Cependant M. Preece regarde la communication entre la France et l'Angleterre par-dessus la Manche comme une chose réalisable, et le système pourra trouver une application utile entre des îles séparées par des chenaux rocheux, avec de forts courants, dans des parages où la mer est souvent mauvaise.

En particulier, il serait possible de communiquer aussi avec une ville assiégée par exemple ou entre deux armées séparées par un fleuve ou même par des ennemis.

Une autre application de cette méthode signalée par M. Preece et qui rendrait de grands services serait de faire telle installation de câbles que les phares ou les sémaphores pussent produire dans l'espace voisin des ondes magnétiques qui, recueillies par un navire cherchant à atterrir, lui indiqueraient la position dans laquelle il se trouve. Le grand avantage de cette manière de faire, si elle se réalisait, serait de n'avoir plus à tenir compte ni de la nuit ni des brouillards.

Quant à la réalisation pratique de ce système, M. Preece n'en parle pas; elle nous semble pourtant difficile à concevoir pratiquement.

La communication précédente a été discutée ensuite par M. Lockwood, qui, malgré les expériences citées, veut voir à la conduction une part beaucoup plus grande dans les phénomènes observés que celle que lui assigne l'auteur; des expériences datant de Morse et très analogues à celles de M. Preece sont citées. En particulier, Morse aurait placé de part et d'autre de chaque côté d'une source deux fils longs reliés à la terre par leurs deux extrémités; avec une pile et une clé Morse les signaux furent interprétés très facilement; la chose fut abandonnée pour des raisons purement commerciales.

Beaucoup de personnes, et en particulier M. Dunay, de la Banque d'Angleterre, en 1853, se sont occupées de cette question, mais n'ont jamais abouti.

Quant à la question des troubles apportés par la traction électrique, en Angleterre en particulier, M. Lockwood déclare que les mêmes qui se sont produits en Amérique sont dus probablement autant à la conduction qu'à l'induction électromagnétique et que, pour la faire disparaître, il faudrait avoir pour la traction et pour les téléphones deux circuits complets indépendants et non inductifs.

En terminant, M. Lockwood met en doute la possibilité de rendre jamais pratiques les idées de M. Preece et croit que la chose n'est pas assez mûre pour que les navires et les phares soient munis des dispositifs *ad hoc*. La question de la destination du signal à tel ou tel navire ou phare n'est pas résolue et l'appel n'existe pas, sans compter que, pour arriver à interpréter les signaux, il faudrait au préalable une direction spéciale.

M. L.

Digitized by Google

CHRONIQUE. — NOUVELLES

L'Exposition universelle de 1900. — Le ministre du Commerce, par un arrêté en date du 10 octobre 1893, a nommé, sur la proposition du commissaire général :

M. Delaunay-Belleville, président de la Chambre de commerce de Paris, aux fonctions de directeur général de l'exploitation et de vice-président du Comité des directeurs ;

M. Dervillé, président du Tribunal de commerce de Paris, aux fonctions de directeur général adjoint de l'exploitation, spécialement chargé des services de la section française, et de membre du Comité des directeurs ;

M. Huet, inspecteur général des ponts et chaussées, aux fonctions de directeur des services de la voirie, des parcs et jardins, des eaux, des égouts et de l'éclairage de l'Exposition ;

M. Bouvard, inspecteur général des services d'architecture de la ville de Paris, aux fonctions de directeur des services d'architecture de l'Exposition ;

M. Grison, ancien directeur général des finances à l'Exposition de 1889, aux fonctions de directeur des finances de l'Exposition de 1900. — M.

Une nouvelle ligne télégraphique. — Une deuxième ligne télégraphique vient d'être terminée entre la Chine et la Russie. Elle va de Houn-Tchoun à Novokiewsk. Une troisième ligne, passant par Koudja, est en construction, et une quatrième, qui passera par Mai-ma-tchin et Kiakhta, doit être commencée au printemps prochain. Cette dernière, qui suit l'ancienne route des caravanes, sera la plus importante de toutes, en ce sens qu'elle constituera la communication télégraphique la plus courte entre Pékin et l'Europe. — M.

Le démarrage des moteurs à courants alternatifs et polyphasés. — La consommation considérable de courant en pure perte en dehors de celui qui est employé à produire l'accélération du moteur démarrant en charge est encore plus considérable avec les courants alternatifs qu'avec les moteurs à courants continus ; nous lisons dans l'*Electrician* que la Compagnie Oerlikon, qui a rendu pratique l'emploi des moteurs à courants polyphasés, renonce à en prouver l'emploi sur des lignes principales alimentant en même temps des circuits d'éclairage. L'expérience a, en effet, démontré qu'il est impossible d'éviter la baisse considérable du voltage au moment de la mise en marche des moteurs, même de faible puissance.

L'*Electrician* cite une expérience de M. Turrettini essayant à Genève un moteur à courants alternatifs de 10 chevaux nominaux, qui prenait à la mise en marche 250 ampères sous 110 volts, soit plus de 37 chevaux, et cela pendant un temps très long. Eu égard aux études faites spécialement en Suisse sur ce genre de moteurs, les résultats sont peu encourageants. Nous avons d'ailleurs actuellement à Paris un exemple de ces inconvénients dans la distribution de force par courants alternatifs au Palais de l'Industrie à l'Exposition du Progrès.

Certains moteurs consommant normalement 80 ampères en prennent jusqu'à 300. D'autres petits moteurs démarrent avec 45 ampères pendant 1 à 2 minutes pour fonctionner à 20 ampères.

Nous parlons ici de démarrage sans charge. Il est vrai que nous avons constaté dernièrement qu'un de ces moteurs normalement de 2 chevaux absorbait 28 ampères sous 110 volts en charge et 25 ampères sans même de courroie sur sa poulie.

Nous nous proposons d'étudier ces différents moteurs ; mais leur rendement nous semble, et les chiffres plus haut cités le prouvent, infiniment faible. Le modèle qui nous a paru donner les meilleurs résultats est un moteur à collecteur, semblable en principe aux moteurs à courants continus et qui, absorbant 32 ampères en charge, n'en demande que 35 pour démarrer sous la charge.

Nous ne voulons ici faire de réclame ni pour un constructeur ni pour un autre ; mais nous sommes obligé de constater deux choses : d'abord que la transmission ou, du moins, la distribution de force par courants alternatifs simultanément avec une distribution de lumière est encore dans l'enfance, ensuite que les moteurs sans balais sont des appareils ingénieux, mais peu pratiques, à moins de cas spéciaux. — M. L.

Un nouveau péril. — C'est M. Voysey qui le signale.

Ce nouveau danger dont nous sommes menacés consiste dans l'emploi de linges de table composés de substances duveteuses entremêlées de fils fins métalliques, lorsqu'un orage éclate dans le voisinage. Les fils de métal subissent l'influence inductrice des décharges de la foudre et le duvet prend feu.

M. Voysey engage les personnes qui possèdent de telles nappes et d'autres combinaisons de tissus capables de devenir dangereux pendant un orage à se livrer à une marche tranquille tout autour de la pièce pendant ou après tout orage violent.

Digitized by Google

La destruction de tels linges ne serait qu'un mince expédient. La tyrannie de la mode peut décréter l'usage de semblables étoffes, mais est-ce que la science ne doit pas moins marcher en avant? Dans ces jours d'ingérence des assemblées de comité, des autorités municipales et du parlement dans nos affaires privées, ne devrait-on pas faire quelque chose ? Une cage métallique pourrait être élevée autour de la maison, mais ce serait encombrant.

Un moyen meilleur serait de donner plein pouvoir au *Board of Trade* d'établir des règlements pour assurer la sécurité du public. Une liste serait fournie des matières colonneuses à employer et une impédance minima en milli-henrys par mètre carré d'ornement métallique serait prescrit. (*The Electrician*). — D.

Le trottoir mobile de Chicago. — Une des nouveautés saillantes de l'Exposition de Chicago nous apparaît sous l'aspect d'une plate-forme qui est constamment en mouvement pour transporter les visiteurs à travers les terrains et les bâtiments du champ d'exposition.

Il est intéressant de mentionner la quantité comparativement faible d'énergie nécessaire à maintenir en mouvement cette plateforme sans fin. Le poids mort du train entier non chargé est de 500 tonnes; avec le complément de 4 000 voyageurs, le poids atteint 800 tonnes. Une force motrice de 105 chevaux est suffisante pour actionner cette masse. L'absence d'arrêts et, par conséquent, de démarrages, ainsi que la lenteur de la locomotion, expliquent le peu de puissance absorbée. — D.

L'électricité et les chemins de fer de montagne. — La première application de l'électricité comme force motrice aux chemins de fer funiculaires de montagne est, si nous ne nous trompons, celle de Burgenstork sur le lac des Quatre-Cantons. L'usine génératrice de Buorh, qui fournit le courant, a été récemment agrandie pour alimenter les stations motrices d'une nouvelle ligne ouverte dans ces derniers temps, celle du Stanserhorn, qui conduit à l'hôtel de même nom situé à une altitude de 1 850 m.

Cette nouvelle ligne funiculaire a une longueur de 3,6 km et est divisée en trois sections, avec trois stations motrices pourvues de moteurs électriques, avec des machines à vapeur de secours.

La pente maximum est de 60 0/0. Cette ligne présente comme caractéristique la suppression de la crémaillère qui, en cas de rupture des câbles, sert à retenir les voitures. On l'a remplacée par un triple système de freins qui viennent automatiquement pincer le rail sous le champignon.

Une autre application du même genre est projetée actuellement à Goaz en Autriche ; on en a récemment modifié le projet en substituant à l'ancien système de traction funiculaire par surcharge d'eau la traction funiculaire électrique. On se propose d'utiliser le courant de l'usine d'éclairage de la ville. — E.

Lanternes électriques sur les locomotives. — Les locomotives qui font le service de nuit sur la ligne de Léobersdorf à Guttenstein, près de Vienne, sont pourvues de puissantes lampes électriques, du système Sedlack, un électricien de la première heure. Notre confrère viennois, qui signale le fait, fait remarquer que, par une triste coïncidence, l'inventeur et le ministre du Commerce, le baron Pisso, qui encouragea cette application, sont devenus tous deux aveugles. – E.

Transmission de la force dans les mines de sel. — Notre confrère la *Revue autrichienne des mines* signale le fait que, pour la première fois, l'électricité a été appliquée comme force motrice pour le forage des trous de mine dans les mines de sel d'Ischl en Autriche.

La maison Siemens et Halske faisait l'expérience à ses frais avec une perforatrice de son invention et une machine Harrisson modifiée.

Le courant fourni par une dynamo actionnée par une machine à colonne d'eau était amené à un moteur électrique situé à 230 m dans l'intérieur de la mine. Ce moteur actionnait la perforatrice par l'intermédiaire d'un câble souple. La puissance transmise étant à peu près d'un cheval, en cinq minutes on obtient un trou de 75 cm dans le gypse dur; quand on est en présence d'anhydrite, on injecte un courant d'eau dans l'intérieur d'une mèche creuse pour faciliter l'évacuation des débris.

D'après l'auteur de la note en question, les perforatrices à air comprimé ou hydrauliques sont sérieusement menacées par le nouveau mode de forage. — E.

La foudre et les fuites du gaz. — Le Prof. J. Trowbridge, traitant dans le *Phil. Mag.* la question « des oscillations des décharges de la foudre et de l'aurore boréale », nous fait part de très intéressantes observations dont furent l'objet, de sa part, les lampes à incandescence qui éclairaient l'hôtel où il était descendu pendant l'été dernier.

Il remarqua, au cours d'un orage, que leur lumière vacillait à chaque coup de foudre, bien que l'intervalle écoulé entre la vacillation et le retentissement du tonnerre indiquât que l'orage était quelque peu éloigné.

Cet effet était probablement dû à l'induction produite par des décharges oscillantes, car, au moment où elles étaient le plus puissantes et le plus rapprochées, les lumières étaient complètement éteintes, quoique aucun plomb fusible ne fût fondu.

Digitized by Google

Mes observations de cet effet de la foudre sur les circuits d'éclairage électrique m'ont amené à croire que le système d'établir des fils pour lumière électrique le long des appareils à gaz où le matériel électrique est associé au matériel à gaz est plein de péril.

S'il surgit une fuite de gaz aux joints des tuyaux ou à un défaut des conduites en fonte, des étincelles électriques provoquées par un effet de résonance ou dues au passage ordinaire à la terre d'une charge électrique introduite dans le bâtiment par les fils peuvent mettre le feu au gaz qui s'échappe et détermine, un mystérieux incendie.

Un tel sinistre fut épargné, à l'hôtel où je remarquai le clignotement des lampes, ajouta-t-il, par la vigilance d'un surveillant qui, à la suite d'un examen minutieux, finit par découvrir un jet de gaz s'échappant d'un trou grand comme le chas d'une aiguille et venant frapper le boisage. Pendant l'orage, une toute petite étincelle avait allumé le gaz échappé.

Les fils de lumière électrique et les tuyaux de gaz ne devraient jamais être contigus, car aucun moyen de protection contre la foudre ne peut garantir que de faibles étincelles dues, dans quelques cas, à des effets de résonance, ne soient susceptibles de se produire. — D.

La traction électrique en Allemagne, tramway de Remscheid. — La ville de Remscheid, qui compte une quarantaine de mille habitants, a inauguré dernièrement une jolie installation de tramway électrique, qui a été faite par la société « l'Union Electricitats Gesellschaft », concessionnaire des procédés Thomson-Houston. Les travaux avaient été commencés en 1892. La ville est située en grande partie sur une colline et il s'agissait de la relier aux fabriques et usines situées dans la partie basse; on a donc de fortes rampes atteignant jusqu'à 10,6 0/0. Le réseau comprend deux lignes, dont les longueurs sont respectivement de 3 100 m et 4 600 m; ces lignes se croisent sur la place principale, où des aiguilles permettent de passer d'une ligne à l'autre.

L'usine est située à peu près au centre du système. Elle comprend actuellement deux groupes de chaudières, moteurs et dynamos d'une puissance de 160 chevaux environ, et on doit installer prochainement deux groupes semblables.

Les chaudières sont du système multitubulaire (Cie Steinmuller), timbrées à 8 atmosphères, avec une surface de chauffe de 121 m².

Les moteurs sont du type compound en tandem, système Mac Intosh et Seymour, d'une puissance de 160 chevaux; ils tournent à 335 tours par minute et commandent par une courroie des génératrices à 4 pôles de 100 kilowatts marchant à 650 tours.

Le tableau, monté sur ardoise, comprend les rhéostats d'excitation, les voltmètres et ampèremètres, les commutateurs, interrupteurs automatiques et un wattmètre enregistreur.

La ligne aérienne a été divisée en sept sections alimentées par des feeders spéciaux, de manière à pouvoir couper l'une quelconque d'entre elles. Le fil de trolley a une section de 53 mm²; il est porté par des potences en fer forgé et fonte. Le matériel roulant comprend 7 voitures, dont 2 ne servant que les jours de fête.

La vitesse moyenne est de 10 à 12 km à l'heure. Les voitures sont pourvues d'un moteur Thomson-Houston à 4 pôles, de 15 chevaux. Le courant est amené par le trolley bien connu. Ces voitures sont disposées pour 16 places assis et 12 debout; elles sont pourvues de parafoudre et éclairées par 5 lampes à incandescence. — E.

Photomètre Simonoff. — M. Simonoff emploie, dit le *Bulletin international de l'Électricité*, un photomètre très simple pour déterminer le degré d'acuité visuelle. Un livre de vingt-quatre pages est ainsi disposé: la première page est d'une teinte gris très clair, la coloration de la deuxième page est d'une intensité double, celle de la troisième d'une intensité triple, et ainsi de suite jusqu'à la dernière page, qui est vingt-quatre fois aussi foncée que la première. Sur chaque page sont imprimées des lettres de différentes dimensions.

On peut évaluer *grosso modo* l'éclairement d'un local en feuilletant ce livre jusqu'à ce que l'on rencontre la page à partir de laquelle il est impossible de lire dans les conditions ordinaires d'éloignement du texte. Toutefois, on conçoit que l'on ne peut dépasser un certain degré d'éclairement, car, en pleine lumière, il est toujours possible de distinguer les caractères. Il paraît que l'on arrive à faire des évaluations assez exactes avec ce photomètre. Mais nous croyons qu'au bout d'un certain temps l'opérateur, se rappelant le texte imprimé sur les différentes pages, peut arriver à confondre le souvenir des caractères avec leur perception réelle, ou tout au moins cette perception peut se modifier par l'influence psychique de la mémoire. — M.

Représentation des lignes de force. — M. Bruno Kolbe indique le moyen suivant de rendre visibles les lignes de force.

Versez dans un récipient cylindrique plat de l'huile de térébenthine anhydre purifiée jusqu'à une hauteur d'environ 2 cm, et ajoutez un peu de sulfate de quinine. Attachez deux ressorts formés de fil au bord du vase et disposez-les de telle sorte que les deux petites balles métalliques qui les terminent plongent dans la liqueur. Remuez la quinine avec un agitateur de verre pour la répartir uniformément au sein du liquide et placez le vase sur un carton noir.

Reliez les deux fils aux bornes d'une machine

Digitized by Google

d'influence et tournez-la très lentement. Aussitôt des cristaux blancs se groupent et s'agglomèrent d'eux-mêmes pour former de belles courbes, représentant les « lignes de force électrique ».

La forme de ces courbes rappelle celle des décharges convectives d'une machine d'influence.

Le Prof. Weiler, d'Esslingen, d'autre part, indique le mode opératoire ci-après :

Préparez une mixture laiteuse en agitant de la quinine amenée à un état de très grande division dans de l'huile de térébenthine. En faisant traverser la liqueur par une série de décharges, un dégagement se produit au pôle positif et les particules de matière s'amassent autour du pôle négatif, s'arrangeant en banderoles dirigées le long des lignes de force.

Ces deux manières d'opérer sont également intéressantes. — M.

L'électricité à Anvers. — L'installation hydro-électrique d'Anvers continuera à se développer, dit *The Electrician*, malgré la mort de son initiateur, M. Van Rysselberghe. Le traité avec la municipalité d'Anvers stipule la pose immédiate de 8 km de conduites hydrauliques et 16 km de conducteurs électriques ; la résistance des conducteurs électriques ne doit pas excéder 0,20 ohm par kilomètre. La première station hydraulique doit être de 500 chevaux et capable d'envoyer 75 litres d'eau par seconde dans les conduites à une pression de 59,5 atmosphères.

Dans la justification de ce projet devant la municipalité, M. Van Rysselberghe arguait que 12 lampes de 16 bougies pouvaient être alimentées par cheval, et, comme le cheval-heure exigerait un kilogramme de charbon, le charbon dépensé par lampe coûterait 0,13 fr, tandis que le gaz pour un brûleur donnant la même lumière coûterait 5 centimes par heure. Comment se fait-il alors, s'est demandé M. Van Rysselberghe, que les électriciens ne puissent pas produire un éclairage meilleur marché que le gaz ? Par suite de la perte dans la transmission de la station génératrice aux consommateurs. Supprimez cette perte, disait M. Van Rysselberghe, et vous réussirez. Cet argument, quoiqu'il ne tînt pas compte de l'irrégularité de la consommation, convainquit la municipalité anversoise, qui accorda la concession demandée.

Le courant devra être vendu au prix maximum de 0,85 fr le kilowatt-heure, et l'eau pour la force motrice à 0,45 fr le mètre cube, sous la pression minima de 47,5 atmosphères. — M.

Suites du Congrès de Chicago. — Au retour de Chicago, le Prof. Van Helmholtz a fait une chute malheureuse à bord du steamer *la Saale* qui le ramenait en Europe. La chute a été si sérieuse, qu'il a dû être conduit à l'hôpital de Brême à son arrivée. Aux dernières nouvelles, il était mieux. Il faut espérer que cet accident n'aura aucunes suites fâcheuses. — E.

Éclairage municipal. — La ville de Blackpool, déjà connue par son tramway électrique, vient d'inaugurer une usine centrale municipale d'éclairage électrique. — E.

L'éclairage électrique en Angleterre. — A cause de l'expiration prochaine des brevets relatifs aux lampes incandescentes, le prix de ces dernières tend à diminuer fortement en Angleterre, ce qui fera baisser le prix de l'éclairage électrique.

M. Ayrton, dans un article de l'*Electrician*, fait remarquer que les lampes à bas prix permettent de les pousser en leur faisant rendre économiquement plus de lumière. Indépendamment de cette considération, l'abaissement du prix des lampes amène des économies qu'on peut estimer à 10 à 15 0/0. — E.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 149 4 Novembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES VOLTMÈTRES ET AMPÈREMÈTRES WESTON

POUR TRAMWAYS ÉLECTRIQUES

A mesure que les lignes de tramways à traction électrique prenaient aux États-Unis le beau développement que l'on sait, on a senti le besoin d'avoir un matériel électrique de plus en plus parfait pour satisfaire aux exigences du service. Il reste peu à faire probablement dans cette voie en ce qui concerne les génératrices; mais pour les moteurs c'est autre chose, car les Compagnies américaines, qui ont cependant une longue pratique de la question, nous ont habitués à des changements fréquents de leurs types.

Ce progrès incessant de cette branche de l'industrie électrique a également conduit à la création d'appareils de mesure remarquables pour les tableaux d'usines de tramways. Nous voulons parler des nouveaux appareils Weston, que nous désirons faire connaître à nos lecteurs.

Les conditions d'exploitation spéciales à ces usines exigent des appareils à mouvement très amorti si l'on veut que leurs indications puissent suivre les énormes et si rapides fluctuations du débit et les variations correspondantes, mais beaucoup moindres, des volts.

Dans ces usines, plus encore que dans celles d'éclairage, il faut des appareils à très grands cadrans, visibles de toutes les parties de la salle des machines.

Sous ces deux points de vue, les nouvelles créations de M. Weston ne laissent rien à désirer.

Pour obtenir l'amortissement du mouvement d'un mobile dans le genre d'un équipage d'appareil de mesure, il y a deux procédés: on peut réduire le moment d'inertie du mobile et augmenter les forces qui agissent sur lui; la vitesse de déplacement et la période d'oscillation deviennent l'une très grande, l'autre très courte, et en un temps donné le mouvement est détruit, sans force amortissante spéciale, par les frottements sur les axes, la résistance de l'air, etc. On peut, au contraire, tout en réduisant autant que possible le moment d'inertie, condition toujours favorable, réduire également le couple directeur et introduire une fonction amortissante énergique[1]. C'est cette solution que l'on retrouve dans les appareils en question.

Or le phénomène qui convient le mieux pour absorber du travail par un mouvement, sans introduire de frottement, c'est l'induction magnéto-électrique ; à vrai dire, c'est, avec la viscosité des gaz et des liquides, le seul qui ait été appliqué. Le dispositif pratique qui permet le mieux d'appliquer l'induction à l'amortissement, c'est encore la bobine d'Arsonval (ou Maxwell ou Thomson, comme on voudra bien l'appeler) ; et M. Weston n'a eu qu'à modifier légèrement la construction de ses appareils de précision pour les adapter aux nouvelles conditions.

Si l'on se rapporte aux considérations que nous avons développées ailleurs sur les

[1] Une troisième solution indirecte, que l'on peut du reste combiner avec les deux autres, consiste à réduire au minimum les déplacements de la partie motrice de l'équipage, en multipliant le déplacement de l'aiguille indicatrice.

Digitized by Google

conditions de fonctionnement des appareils de ce genre[1], on verra immédiatement quelle importance a la longueur de l'aiguille sur le mouvement de l'équipage.

Pour obtenir une même loi de mouvement, il faut que le rapport du moment d'inertie au coefficient d'amortissement $\left(\text{déterminé par la formule } \frac{K^1 = H^2 a^2 b^2}{R}\right)$ reste le même. Or, quand l'aiguille double de longueur (c'est à peu près le rapport des aiguilles des appareils de précision et des appareils de tramways), son inertie devient huit fois plus grande si la section ne varie pas.

Pour obtenir le même mouvement ou un mouvement plus amorti (ce qui est le cas), on aurait pu augmenter soit H seul, soit les dimensions du cadre.

M. Weston, pour ne pas augmenter le poids de l'équipage et conserver le même couple directeur avec la même précision, a conservé à peu près le même cadre et a doublé l'intensité du champ, qui atteint la valeur, vraiment extraordinaire pour des aimants permanents, de 1 720 unités C. G. S. En même temps, il a réduit autant que possible la section de ses aiguilles en se servant de tubes d'aluminium d'un millimètre environ de diamètre et d'une épaisseur très faible (0,08 à 0,12 mm). Dans ces conditions, le mouvement est à peu près apériodique, l'aiguille ne dépasse sa position d'équilibre que d'une faible fraction de son déplacement et l'équipage est apte à suivre sans secousses apparentes des variations très rapides du courant ou du voltage.

Fig. 1.

Pour obtenir des champs aussi intenses il a fallu doubler les aimants qui viennent se fixer de chaque coté des pièces polaires (voir fig. 2) et réduire l'entrefer simple à 1,2 mm seulement. C'est le seul inconvénient que nous voyons à ces appareils, car la moindre poussière, la plus petite limaille de fer, arrêtera fatalement le cadre, puisque le jeu de chaque côté n'est plus qu'une fraction de millimètre.

Cette intensité considérable a, en outre de l'amortissement, l'avantage de permettre de réduire beaucoup le nombre de tours de fil sur le cadre et le courant nécessaire, ce qui est important dans des appareils à 600 et 750 volts, non point, comme on le dit sur les catalogues, pour réduire la dépense, ce qui est absurde, mais parce que chaque centième d'ampère représente de 6 à 7,5 watts et qu'il faut déjà un rhéostat considérable pour que l'échauffement ne soit pas trop grand.

Ayant fait comprendre, nous l'espérons, les difficultés de la question et la manière

[1] *Électricien*, 10 septembre 1892.

Digitized by Google

dont le problème a été résolu, passons à la description d'un de ces appareils, le voltmètre, que nous avons eu l'occasion d'étudier en détail.

La figure 1 représente une vue de face de l'appareil proprement dit, tandis que la figure 2 en montre l'aspect intérieur.

Comme on le voit, il ressemble beaucoup aux appareils portatifs ; les pièces polaires et le cadre sont à peu près identiques, si ce n'est que l'entrefer a été réduit, comme nous l'avons dit, à 1,20 mm. L'aiguille, en tube d'aluminium de 200 mm de longueur, est soigneusement équilibrée de manière à ramener le centre de gravité sur l'axe, qui repose par pointes dans des chapes en saphir. Les aimants sont fixés aux pièces polaires par leurs pôles de même nom, de manière à donner deux pôles résultants au milieu. Les rhéostats, divisés en quatre bobines, sont fixés dans l'intervalle laissé libre par les aimants. C'est par ces aimants que l'appareil est fixé à sa boîte. Celle-ci est entièrement en fonte, d'une épaisseur assez forte, avec une plaque vissée sur le devant qui porte la glace en face de la division graduée. Cette boîte constitue un écran parfait [1] pour un champ magnétique extérieur ; avec un fort aimant à proximité immédiate nous n'avons pu produire que des perturbations réellement insignifiantes. Mais cet ensemble est naturellement fort lourd.

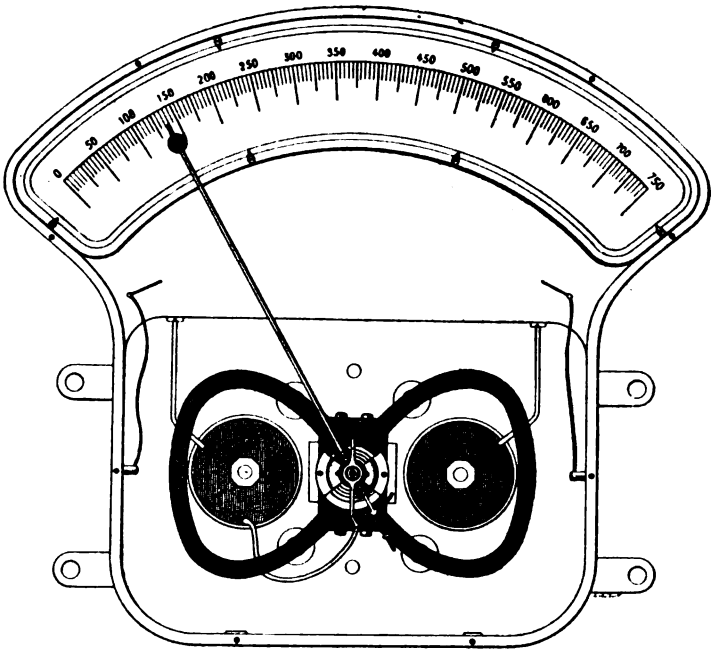


Fig. 2.

L'échelle divisée en parties égales, de 0 à 750 volts et de 5 en 5 volts, est faite sur une plaque de verre translucide, que l'on peut éclairer par derrière au moyen d'une lampe dont le socle fait partie de l'appareil, et de deux miroirs réflecteurs. La déviation totale est égale à 90 degrés environ ; le développement de cette échelle est donc égal à 30 cm. Pour rendre visible de plus loin la position de l'aiguille, cette dernière porte à son extrémité un large disque noir. Un index, que l'on peut mouvoir par un bouton fixé au couvercle et terminé par un triangle noir, sert à fixer sur le cadran la tension spéciale que l'on doit maintenir à l'usine.

Voici quelques constantes relevées sur cet appareil ou calculées d'après les grandeurs mesurées :

Intensité du champ	1 750 C.G.S.
Résistance totale	67 520 ohms.
Courant limite (pour 750 volts)	0,011 ampère.
Dépense limite en watts	8,3 watts.

[1] Il faut dire que, même sans la boîte, les influences extérieures sont très faibles à cause de la grande intensité du champ ; dans d'autres conditions, le *screenage* n'eût pas été possible.

Digitized by Google

Résistance du cadre en fil de cuivre..... 64 ohms.
Nombre de tours (calculé)..... 68 tours.
Couple directeur pour 90 degrés de torsion ..... 1,05 gr-cm.

Le constructeur, dans ces nouvelles conditions, est-il arrivé a réaliser, comme dans les appareils antérieurs, un champ sensiblement uniforme? Il semble qne non, d'après les mesures suivantes, qui montrent, en outre, que l'étalon de force électromotrice est un peu élevé :

Volts vrais [1]	Indications Weston	Erreur absolue	Erreur relative de proportionnalité
146,2	147,5	1 0/0	0 0/0
165	167,5	1,5 —	0,5 —
310,5	320	3,0 —	2 —
500	510	2,0 —	1 —

On aurait donc des différences de proportionnalité atteignant 2 0/0. Il va sans dire que cette remarque est une simple constatation et n'a rien de critique, car cette exactitude est suffisante pour la pratique. A tous les autres points de vue, c'est un appareil tout à fait remarquable.

Les ampèremètres du même système ne sont autre chose que des voltmètres shuntés; nous n'en dirons pas grand'chose, n'ayant d'autres renseignements que ceux que donne le constructeur dans son catalogue : l'apparence extérieure est identique, mais il faut ajouter sur le tableau un shunt formé de grosses lames de cuivre ou d'un alliage spécial, avec de puissantes prises de courant, shunt qui est relié par deux fils auxiliaires à l'appareil de mesure.

Dans tous les ampèremètres, la chute de potentiel aux bornes de ce shunt est égale à 0,03 volt et le bobinage du cadre est fait de manière à avoir la déviation maximum pour 0,07 ampère (il n'y aurait donc, d'après ce qui précède, qu'une dizaine de tours). La résistance du circuit dérivé est donc égale à 0,43 ohm et il faut bien faire attention à ce que les fils de connexion qui relient l'appareil à son shunt aient une résistance moindre que la centième partie de celle du cadre. D'après notre expérience, il est très difficile d'éviter dans les appareils de ce genre les erreurs dues à l'échauffement inégal du shunt et du cadre, même quand tous deux sont en cuivre. Nous ne savons jusqu'à quel point cet inconvénient a été évité dans ces appareils.

Cette série d'appareils a déjà reçu la sanction de la pratique aux États-Unis, et un grand nombre d'usines d'éclairage les ont également adoptés pour leurs tableaux; on doit s'attendre à voir tôt ou tard des appareils du même genre s'introduire en Europe quand les progrès de la traction électrique donneront un champ d'activité suffisant aux constructeurs.

On peut avancer qu'aucun des appareils usités jusqu'ici sur les tableaux d'usines centrales ne pourrait concourir avec ceux que nous venons de faire connaître, pour les usines de traction électrique, la question de prix étant mise à part.

E. MEYLAN.

[1] La base de la détermination est fournie par la moyenne de deux étalons Gouy admis respectivement egaux à 1,386 et 1,382 volt.

Digitized by Google

LAMPE " PUTEAUX "

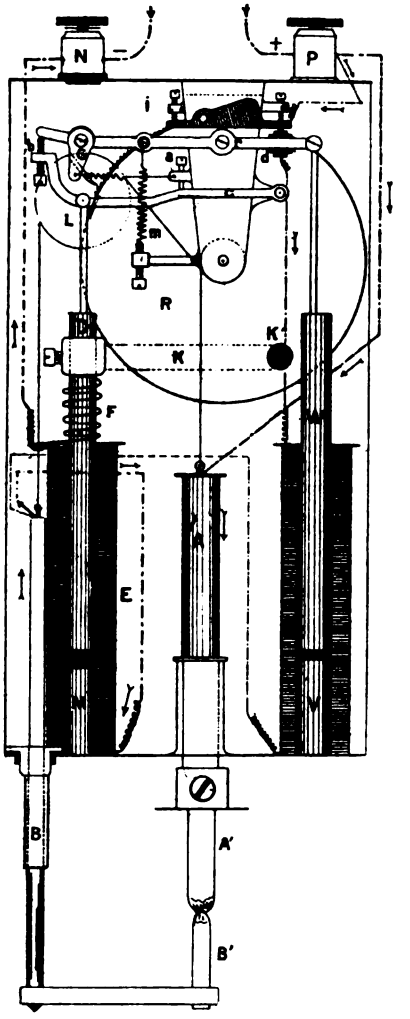
Ne pas commettre l'historique erreur de prendre le Pirée pour un homme. Confusion cependant bien pardonnable.

La désignation donnée à cette lampe provient de l'endroit où elle est construite. Puteaux est cette commune du département de la Seine où se trouvent les ateliers de la maison Tschieret Fuchs et C^ie^, inventeurs de l'appareil.

Jadis, nous avions esquissé, dans une publication scientifique, une classification méthodique des divers systèmes de lampes à arc. Ce travail, fort incomplet, méritait d'être achevé; nous en avions bien l'intention, mais des occupations nouvelles ont absorbé notre temps et, bien que, au cours de nos travaux, nous ayons abandonné l'étude de ces appareils si intéressants, surtout au point de vue pratique, nous y revenons encore volontiers chaque fois qu'une lampe nous semble être couronnée d'une certaine vogue. Tout ce qu'on peut écrire sur ce chapitre des lampes ne prévaut pas contre la sanction industrielle.

La lampe Puteaux est assez répandue à Paris. Ce développement progressif s'explique, sans doute, par la réunion de qualités fort appréciées par les clients. Nous allons en entreprendre la description et exposer le mode de fonctionnement d'après un diagramme schématique que nous a fourni la maison de construction.

La figure ci-contre donne les détails schématiques de l'appareil.



Description. — Le porte-charbon positif A constitue le poids moteur. Lorsque le circuit est ouvert, ce poids ramène les deux charbons A' et B' en contact, les crayons sont pressés l'un contre l'autre. On comprend tout de suite l'importance attachée au jeu libre des deux porte-charbons. E figure l'électro-aimant d'allumage; le règlage s'opère par l'électro-aimant O. Leurs armatures se meuvent librement suivant l'axe de ces solénoïdes à la façon de pistons dans des cylindres.

La tige du piston-armature D de la bobine à gros fil est articulée au levier C dit levier d'allumage. L'action antagoniste du ressort F embrassant le piston tend continuellement à soulever le levier d'allumage, mais il est arrêté par la vis de butée *a* qui sert à déterminer la course de l'armature mobile et, par conséquent, à limiter la longueur de l'arc qu'on désire obtenir.

Digitized by Google

Le levier d'allumage porte, en outre, à son extrémité une vis *b* qui est réglée de façon à éloigner de la roue à rochet R le doigt d'encliquetage G afin de procurer avant l'allumage toute liberté de mouvement en tous sens à la corde de moufflage. Remarquons, en passant, que le charbon inférieur participe au mouvement de rapprochement des pointes et la relation des diamètres des poulies sur lesquelles s'enroule le cordonnet permet au point lumineux de rester fixe dans l'espace.

L'armature D est munie d'un appendice K en fer, la roue R est également en fer. La propriété de s'aimanter dont jouit ce métal concourt ici à la formation d'un freinage magnétique entre ces deux organes. La position du bras K est réglée au moyen d'une vis de butée, de façon à amener son extrémité K' dans un voisinage rapproché de la roue R, mais sans la toucher. En déplaçant le bras le long du piston D, on modifie à volonté la tension du ressort F pour le réglage.

La description des autres organes du régulateur viendra plus rationellement dans l'exposé du mode de fonctionnement.

Fonctionnement. — Contrairement à ce qui existe dans la plupart des appareils similaires, c'est le pôle positif qui, ici, est mis à la masse.

Le courant arrive donc par la borne positive P; un câble souple le reliant au porte-charbon supérieur A augmente la certitude de contact, le courant parcourt les crayons toujours ramenés en contact, traverse la tige B isolée électriquement de la masse, les spires du solénoïde d'allumage E par l'intermédiaire d'un câble souple, revient enfin à la borne négative N.

Sous l'action magnétisante due au passage du courant dans la solénoïde. le noyau fixe M attire l'armature mobile D; il y a de même attraction entre l'extrémité du bras K et la roue R, et l'effet de cette attraction est d'enrayer la roue R et d'empêcher l'axe de la corde des porte-charbons de tourner; le porte-charbon supérieur est. ainsi, maintenu immobile. Mais, d'un autre côté, l'armature D, en s'abaissant, entraîne dans son mouvement vers le bas la poulie L qui descend d'une égale quantité et sur laquelle s'enroule la corde. Il résulte de ces déplacements simultanés un recul de la tige porte-charbon B, le crayon négatif B' s'écarte du positif A', *l'allumage se produit* puisque le porte-charbon supérieur A reste toujours embrayé.

Réglage. — La lampe fonctionne, dans ces conditions, jusqu'à ce que l'arc devienne trop grand; à cet instant, la bobine de réglage intervient. Le bras K appliqué contre la roue R forme un frein suffisant pour maintenir les charbons écartés, le piston D étant toujours attiré vers le culasse M.

Le butoir *b* faisant corps avec le levier d'allumage *c*, en suivant le mouvement de recul du piston D, libère le levier du doigt G qui pénètre alors dans la denture de la roue à rochet R; il doit, à ce moment, se trouver à une très petite distance du bras du levier du doigt, mais ne pas l'empêcher d'entrer dans le fond de la denture.

Le fil qui amène le courant dans la solénoïde O de réglage est relié, d'une part, à la tige porte-charbon B; d'autre part, à un boulon de contact isolé *d* qui, dans sa position normale, touche le levier *f* mis en rapport avec la masse et la borne P. Ce boulon est fixé sur le levier de réglage *r* qui est retenu dans sa position par le ressort antagoniste *m* de telle sorte que l'attraction du noyau V sur le piston W ne puisse s'exercer qu'à partir du moment où l'arc a atteint la longueur voulue. C'est donc à l'aide du ressort *m* qu'on obtient le réglage de l'avancement du charbon.

Lorsque, par l'usure des crayons, l'arc est arrivé à sa longueur normale, un courant de dérivation anime la solénoïde O, le piston W est aspiré par le noyau fixe. Ce mouvement de descente produit la séparation du boulon de contact d'avec le levier *f*, ce qui détermine une rupture du courant de dérivation précisément à l'instant ou le doigt a encliqueté d'une

Digitized by Google

dent au-dessus, parce que le levier *f* ne peut suivre plus loin le mouvement du levier *r* et du contact *d* par suite du réglage de la butée *i*.

La bobine O n'est plus le siège d'aucun courant, le noyau mobile est désaimanté et le ressort antagoniste replace le levier *r* dans sa position primitive, rétablissant ainsi le circuit dérivé de la bobine de réglage. Le levier *r*, en revenant à sa place normale, entraîne la roue dentée R qui avance d'une dent malgré la résistance du freinage magnétique en K' et occasionne un *très léger* avancement des crayons. Ce faible rapprochement, qui constitue le réglage, s'effectue d'une façon presque continue à cause du changement très faible déterminé dans la différence de potentiel, normalement 1 volt et 2 volts au maximum Cette lampe fonctionne avec régularité, sous un débit réduit à 1 1/2 ampère.

Em. Dieudonné.

LES GLOBES DIFFUSEURS, SYSTÈME F. FRÉDUREAU

A l'occasion des fêtes franco-russes, l'Administration municipale, d'accord avec le Comité du Syndicat de la Presse parisienne, décida de placer sur la place de l'Opéra six grands pylônes éclairés à la lumière électrique.

L'architecture de ces pylônes, étudiée par M. Schmitt et approuvée par M. Bouvard, comporte essentiellement une pyramide carrée de 10 m de hauteur, surmontée d'une gloire et d'un mât porte-pavillon. Sur chacun des quatre angles de la pyramide on a placé un lustre portant neuf globes diffuseurs de 16 et 12 cm, et un peu plus haut des groupes de quatre globes de 12 cm disposés comme l'indique le croquis ci-contre (fig. 1).

Sur chaque face de l'éventail formant gloire on a installé une couronne de projecteurs Frédureau de 16 cm et deux couronnes de projecteurs de 12 cm. Le nombre de foyers lumineux installés sur chaque pylône était donc de quatre-vingt-seize et chacun d'eux avait une puissance nominale de 50 ou 32 bougies, suivant qu'il s'agissait d'un globe de 16 ou 12 cm.

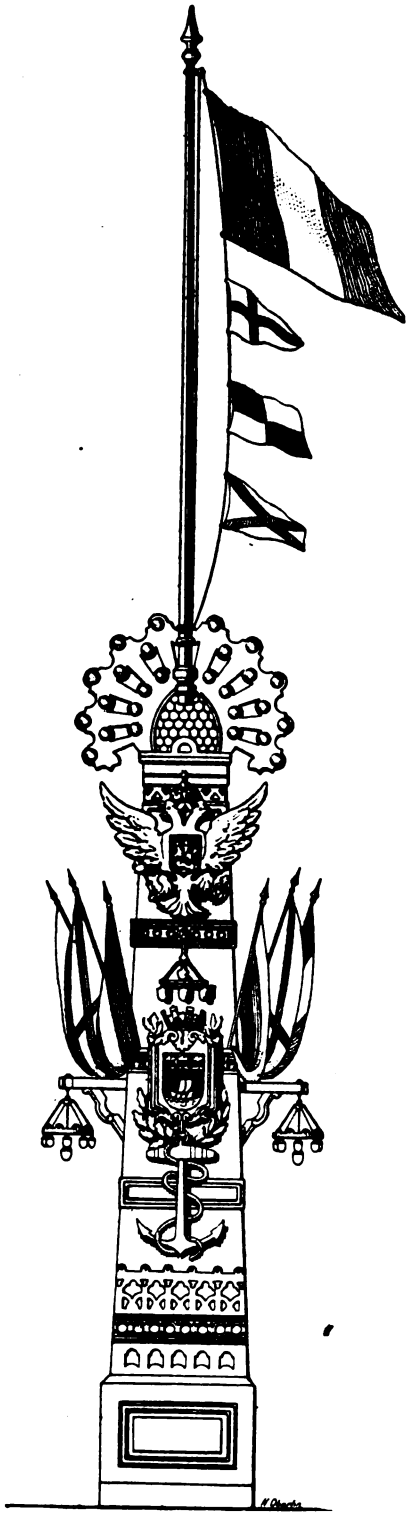
Ces divers appareils constituaient donc un pouvoir éclairant total de 20 592 bougies nominales, fournies par des lampes à incandescence Gabriel et Angenault, alimentées par le courant du secteur Édison.

Le montage et l'installation de ces pylônes avaient été faits par les soins de la Société générale de travaux d'éclairage et de force (anciens établissements Clémançon), de concert avec la Société des globes diffuseurs Frédureau.

Malgré la grande quantité de lumière projetée sur la place de l'Opéra par ces 20 000 bougies, l'œil n'était nullement fatigué, et nous dirons qu'au contraire il était agréablement impressionné. En effet, la lumière diffuse produite par les globes Frédureau a une tonalité extrêmement douce, qui permet d'employer des foyers beaucoup plus puissants sans inconvénient pour la vue, tout en donnant trois ou quatre fois plus de lumière que les foyers nus.

Nous n'avons pas à faire ici la théorie de l'économie des grands foyers d'éclairage; chacun sait, que plus on augmente la puissance des foyers, plus on diminue et les frais d'installation et d'entretien, et leur consommation.

Digitized by Google



Cependant depuis quelque temps il se produit en Europe un phénomène assez bizarre, qui est le suivant :

Tandis que les ingénieurs des Compagnies gazières tendent, par tous les moyens, à augmenter la puissance des becs, les électriciens d'Europe, suivant en cela la pratique américaine, cherchent à diviser le plus possible la quantité de lumière à donner, et réduisent au-delà de toute limite le pouvoir éclairant de chaque unité.

Nous croyons fermement que, dans cette voie, les électriciens font fausse route. La répartition des foyers destinés à éclairer un endroit déterminé est généralement un problème assez complexe à résoudre, et on se fie presque toujours à la pratique, tout en tâchant d'obtenir une esthétique convenable de façon à ne rien choquer dans l'harmonie du lieu. Le nombre de solutions que l'on peut donner à un tel problème est forcément considérable, et elles n'ont évidemment pas toutes la même valeur. Prenons, par exemple, le cas le plus simple, celui de l'éclairage d'une pièce carrée de moins de 200 m^3 et 5 m de hauteur.

On peut procéder, comme nous l'avons dit, d'une infinité de façons ; mais les trois principales sont :

1° Un foyer puissant à l'intersection des diagonales du plafond ;

2° Deux foyers sur chaque diagonale à une certaine distance du centre du plafond ;

3° Des appliques sur chaque pan de mur.

Si nous examinons les résultats obtenus par ces trois procédés quel que soit le genre de lumière adoptée (gaz, arc, incandescence) à quantité de carcels égale, nous constatons que l'éclairage central *paraît* donner beaucoup plus de lumière que les autres, tout en ayant une moins bonne répartition.

Les quatre foyers aux quatre angles égalisent mieux la lumière, mais laissent une impression moins agréable que le foyer central.

Quant aux appliques des murs, l'éclairage moyen qu'ils donnent de la partie utile est d'au moins 30 0/0 inférieur aux deux précédents.

Il semble donc démontré que, si l'on pouvait diffuser en tous sens la lumière émise par un foyer puissant on obtiendrait de meilleurs résultats qu'avec un certain nombre de petits foyers répartis dans l'espace à éclairer. Nous venons de dire *diffuser* et non *réfléchir* ni *projeter*, ce qui

Digitized by Google

est tout différent au point de vue de la tonalité, de la qualité de la lumière, si nous pouvons nous exprimer ainsi.

En effet, en employant pour un éclairage d'intérieur, des réflecteurs seuls pour renvoyer sur une surface donnée la plus grande partie possible de la lumière émise par un foyer, on arrive à obtenir un éclairement peu agréable à l'œil à cause du peu d'uniformité dans la répartition en dehors du cône lumineux.

Tout le monde est d'accord aujourd'hui pour reconnaître que l'éclairage électrique, tel tel qu'il est actuellement appliqué par les appareilleurs, laisse beaucoup à désirer. Dans l'éclairage à incandescence, la règle la plus généralement adoptée pour l'installation de lampes sur les lustres est la tête en bas inclinée sur la verticale de 20 à 30 degrés avec l'ampoule placée à l'intérieur d'une tulipe.

Si nous laissons complètement le côté décoratif pour n'examiner que le côté industriel de la question, nous voyons qu'avec cette méthode d'installation une lampe de 16 bougies effectives donne 8 à 9 bougies de pouvoir éclairant dans l'axe de la lampe qui est ici celui de la direction d'éclairement. Ce qui revient à dire que la partie qui devrait être la plus éclairée, c'est-à-dire celle placée immédiatement sous la lampe, et dans l'axe de celle-ci ne reçoit guère que 50 0/0 de la valeur effective du foyer, le reste étant dispersé dans d'autres directions.

Avec l'arc les inconvénients sont encore plus grands. L'extrême vivacité de la lumière ne permet de l'employer qu'en la dérobant aux rayons visuels directs, ou en la tamisant au travers de globes dépolis. Le premier procédé ne peut être employé que dans des cas tout à fait spéciaux, et le second, de beaucoup le plus répandu, a pour résultat d'absorber 30 0/0 au moins de l'intensité sphérique. De plus, dans ce dernier cas, on n'évite pas le cône d'ombre produit par le cratère des charbons, inconvénient très grave puisqu' une grande partie de l'espace placé sous la lampe et autour de son axe est presque totalement privé de lumière.

Pour les éclairages d'extérieur, on peut corriger ce défaut avec des réflecteurs ; mais c'est un expédient auquel il ne faut pas songer pour des intérieurs quels qu'ils soient. On voit d'ici l'importance, que nous signalions plus haut, qu'il y a à diffuser, c'est-à-dire à répartir dans certaines directions bien déterminées, la presque totalité de la lumière donnée par un foyer. Il y a évidemment un très grand intérêt à utiliser 80 ou 90 0/0 de l'unité là où le besoin s'en fait sentir au lieu de 40 ou 50 0/0. Tout l'intérêt des globes diffuseurs de M. Frédureau réside donc dans ce point : meilleure utilisation de la lumière émise par un foyer.

Indépendamment de cette considération de la répartition de la lumière, qui est très importante, il en est une autre qui a aussi une grande valeur : nous voulons parler de la tonalité de la lumière.

L'éclairage à arc pour les intérieurs est très peu goûté en ce moment, précisément à cause de la crudité de la lumière qu'il donne, crudité qui a pour effet de nuire à l'harmonie et à la tonalité de certaines couleurs. La lumière de l'arc, contenant effectivement beaucoup de rayons violets du spectre, donne aux objets sur lesquels elle se répand un aspect blafard, bleuâtre, qui n'a rien de très artistique.

Même en employant les globes dépolis on n'échappe pas à cet inconvénient, qui a été la principale cause de la mise en quarantaine des arcs pour l'éclairage intérieur de plusieurs grands établissements.

Avec les globes Frédureau, au contraire, il y a, comme nous le verrons plus loin, décomposition de la lumière dans une certaine mesure, et la tonalité de celle-ci tend bien plus vers le rouge que la lumière de l'arc nu. On se rend facilement compte de ce phénomène d'une façon expérimentale, en examinant des couleurs tendres à la lumière nue de l'arc et à la lumière tamisée au moyen du globe diffuseur ; dans le premier cas, les cou-

Digitized by Google

leurs sont atténuées, tandis que dans l'autre elles restent avec leurs valeurs relatives.

Nous pourrions pousser très loin ces considérations d'ordre absolument pratique, sur les avantages des grands foyers lumineux et sur les propriétés de la lumière diffusée; nous croyons avoir fait suffisamment ressortir le parti que l'on pouvait industriellement tirer de ces deux éléments, et nous examinerons de suite la théorie des globes diffuseurs de M. Frédureau, ainsi que leur construction.

(*à suivre*). CH. HAUBTMANN.

RÉGLEMENTATION DES CANALISATIONS D'ÉLECTRICITÉ

CIRCULAIRES DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS

Le ministre des Travaux Publics vient de signer deux circulaires et un projet d'arrêté qui fixent les conditions d'établissement des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale et départementale.

Vu l'importance de ces documents, nous les reproduisons en entier, en les faisant précéder de la Circulaire adressée aux Préfets par les ministres de l'Intérieur et des Travaux Publics.

Circulaire des ministres de l'Intérieur et des Travaux Publics aux Préfets.

Paris, le 15 *août* 1893.

MONSIEUR LE PRÉFET,

L'Administration des Travaux publics a été saisie récemment de diverses réclamations, soulevées par une circulaire du ministre des Travaux publics, en date du 22 juin 1882, et par la Jurisprudence suivie depuis quelques années, en exécution de cette circulaire, à l'égard des demandes de permission de grande voirie relatives aux conduites d'eau, de gaz et d'électricité.

Nous croyons devoir, monsieur le Préfet, vous rappeler les faits qui ont motivé la circulaire de 1882:

Des industriels avaient demandé, en 1882, aux préfets d'un certain nombre de départements l'autorisation de poser des conduites de distribution de gaz dans les traverses des routes nationales et départementales des villes. Ces demandes se fondaient sur ce que les dites routes, ne faisant pas partie du domaine municipal, paraissaient se trouver en dehors des concessions d'éclairage consenties par les municipalités. Quelques préfets crurent pouvoir donner les autorisations qui leur étaient demandées. C'est ainsi que les industriels en question obtinrent l'autorisation d'établir une canalisation de gaz sur les routes nationales et départementales d'une de nos grandes villes, autorisation qu'ils abandonnèrent d'ailleurs, quelques semaines après, à la Compagnie concessionnaire de l'éclairage municipal, moyennant une forte indemnité.

Informé de ces faits, le ministre des Travaux publics rappela aux préfets, par une circulaire du 22 juin 1882, que « l'Administration ne doit pas « paraître se prêter à ce que des tiers, sur lesquels « ne pèse aucune des charges imposées aux Sociétés « concessionnaires des distributions municipales « d'eau ou de gaz, puissent compromettre l'économie des conventions passées entre elles et les « villes; que, d'ailleurs, les permissions de poser « des conduites d'eau ou de gaz sortent de la catégorie des permissions ordinaires de grande voirie « concernant les riverains des routes, ces dernières « permissions n'ayant pour objet que des intérêts « absolument privés, tandis que les premières affectent des intérêts généraux et peuvent apporter des « entraves à la circulation, en raison de la fréquence « des remaniements de chaussée qu'entraîne nécessairement la multiplicité des canalisations. »

On invitait, en conséquence, les préfets à prendre dorénavant, sur chaque cas d'espèce, les instructions de l'Administration centrale, avant de donner l'autorisation de poser des conduites.

L'Administration centrale des Travaux publics n'eut pas souvent l'occasion de se prononcer sur les demandes de canalisation de gaz depuis 1882, car les entrepreneurs, dont les pétitions multiples avaient provoqué la circulaire, renoncèrent à ce genre d'opérations. Mais la question se présenta bientôt sous une autre forme lorsque l'éclairage par l'électricité commença à prendre une grande importance. Pour éviter de créer au bénéfice des riverains de la grande voirie un régime spécial différent de celui de la voirie urbaine, et de contrecarrer ainsi l'action des autorités municipales, le ministre des Travaux publics adopta, en 1889, une jurisprudence qui a été suivie jusqu'à ce ce jour; le préfet ne doit délivrer dans chaque commune, qu'à la municipalité elle-même ou à ses concessionnaires ou permissionnaires l'autorisation d'établir sur la grande voirie une distribution de lumière par l'électricité.

Cette jurisprudence a soulevé les protestations de la plupart des Compagnies d'électricité, en raison de ce qu'un grand nombre de traités de concession d'éclairage par le gaz contiennent des clauses qui empêchent les municipalités d'autoriser, sur la voie urbaine, des distributions d'électricité faisant concurrence au concessionnaire de gaz, ou même de favoriser de telles distributions sur la grande voirie dans le territoire de la commune.

Ces protestations ont été appuyées par quelques

Digitized by Google

Conseils généraux et par quelques municipalités. Les réclamants demandent que le ministre renonce à la jurisprudence de 1889, qu'il rapporte la circulaire du 22 juin 1882, et qu'il laisse les Préfets statuer directement, en matière de permission de grande voirie pour distribution d'eau ou de lumière, suivant leur appréciation personnelle des conditions diverses qui peuvent motiver, dans chaque cas spécial, soit l'admission, soit le rejet des pétitions.

Pour résoudre définitivement ces difficultés, les ministres de l'Intérieur et des Travaux publics ont institué une Commission spéciale composée de Conseillers d'Etat et de délégués des deux Ministères.

Cette Commission, après avoir étudié les précédents et entendu les représentants des divers intérêts en jeu, a formulé son avis de la manière suivante :

Les désaccords prolongés qu'a soulevés cette question proviennent de ce qu'il s'est produit, dans l'esprit des administrations locales et des demandeurs en concession, une confusion entre deux choses de nature bien distincte : le droit d'accorder les concessions de distributions d'eau ou d'éclairage et celui de délivrer les permissions de voirie nécessaires à leur exécution. Aussi est-il tout d'abord indispensable de dégager nettement les principes qui doivent diriger l'Administration en cette matière.

Il convient de rappeler en premier lieu que, les voies publiques de toutes catégories étant essentiellement destinées à la circulation, c'est à raison de cette destination qu'elles sont classées dans le domaine public national, départemental ou communal, et réparties, suivant les caractères spéciaux de la circulation qu'elles desservent, entre la grande et la petite voirie, cette dernière subdivisée en voirie urbaine, voirie vicinale (grande et petite) et voirie rurale. C'est pour assurer leur conservation et leur bon entretien en vue de cette destination qu'elles sont administrées, les unes par les préfets au nom de l'État, du département ou des groupes de communes intéressées, les autres par le maire au nom de la commune. Mais les attributions qui sont conférées à ces fonctionnaires, dans l'intérêt exclusif de la circulation, ne sauraient être exercées par eux en vue d'un autre objet, sans un véritable détournement de pouvoir.

La distinction des diverses voies entre la grande et la petite voirie n'existe plus pour tout ce qui touche à la sécurité ou à la salubrité publiques, et les pouvoirs municipaux s'exercent, en ces matières, sur les voies de l'une et de l'autre catégorie. Cette distinction n'existe pas davantage en ce qui concerne d'autres intérêts dont la sauvegarde est confiée à l'État (par exemple, les servitudes militaires).

Le service de l'éclairage public intéresse au plus haut point le bon ordre, la commodité de la circulation et la sécurité des citoyens dans les agglomérations communales ; il est placé, à ce titre, dans les attributions municipales pour toutes les voies publiques de la commune, sans aucune distinction. Ce point n'a jamais été contesté, ni en fait ni en droit. C'est ainsi que les municipalités se sont toujours considérées comme chargées d'assurer l'éclairage public, dans la mesure où il était reconnu nécessaire, sur toute l'étendue de leur territoire, et qu'elles ont valablement passé, dans ce but, des contrats de concession s'appliquant aussi bien à la grande qu'à la petite voirie.

L'éclairage privé est entièrement libre, pourvu qu'il n'emprunte pas les voies publiques ; mais s'il ne peut être assuré qu'aux moyens de canalisations ou de conducteurs établis sur ces voies, il est assujetti à des autorisations dont il convient de préciser le caractère, suivant les cas qui peuvent se présenter.

Il peut arriver qu'un particulier (par exemple dans le cas où sa propriété est coupée en deux par une voie publique) demande à établir sur cette voie, *pour son propre usage*, une canalisation de gaz ou un conducteur électrique ; rien ne s'oppose à ce que cette autorisation lui soit accordée à titre de permission de voirie précaire et révocable, pourvu qu'il n'en résulte aucun inconvénient pour la circulation.

Mais lorsqu'un particulier demande à établir sur une voie publique, quelle qu'elle soit, de grande ou de petite voirie, des ouvrages permanents, destinés à un usage collectif, *pour faire le commerce de leur exploitation*, l'autorité compétente n'a plus seulement à examiner la question de savoir si l'existence de ces ouvrages est compatible avec l'utilisation normale du domaine public ; elle doit examiner, en outre, si l'installation demandée n'est pas de nature à créer à son auteur une situation privilégiée, en laissant le public sans garantie contre ses exigences. Dans l'affirmative, elle doit prendre les précautions nécessaires pour que les avantages offerts par l'exploitation dont il s'agit soient assurés, aussi largement et aussi équitablement que possible, à tous ceux qui seraient en situation d'en profiter. Il ne suffit plus, dès lors, d'une simple permission de voirie qui ne pourrait régler que les conditions de l'occupation du domaine public, abstraction faite de l'exploitation des ouvrages autorisés. L'autorisation doit être donnée par un acte de concession qui réglemente cette exploitation et qui en fixe le tarif maximum.

Une telle procédure est particulièrement nécessaire lorsqu'il s'agit d'une distribution de lumière au moyen de canalisations souterraines ou de conducteurs aériens établis sur la voie publique. Le nombre de systèmes de distributions parallèles est nécessairement limité par le peu de place disponible sous la chaussée ou le long des façades, et surtout par les inconvénients très graves que présenterait le remaniement fréquent des chaussées, en cas de canalisations souterraines multiples, ou le voisinage de plusieurs conducteurs aériens chargés d'électricité à haute tension. Les autorisations ne pourraient ainsi être données sur une même voie qu'à un très petit nombre de bénéficiaires, en faveur desquels on créerait un monopole de fait, sans obligations connexes, si l'on se contentait d'une simple permission de voirie. Un acte de concession fixant les tarifs et les conditions de l'exploitation est donc indispensable.

Les mêmes considérations s'appliquent aux distributions d'eau pour les usages domestiques, avec cette seule différence que la compétence communale est motivée, en ce qui concerne le service public de distribution d'eau, non plus par un intérêt de sécurité publique, comme dans le cas de l'éclairage, mais par un intérêt d'alimentation, d'hygiène et de salubrité publiques.

A quelle autorité appartient-il de délivrer l'acte de concession d'une distribution d'eau ou d'éclairage ? Telle est, en réalité, la question que soulèvent les réclamations dont l'Administration a été

Digitized by Google

saisie. C'est ici qu'il convient de mettre en lumière, au point de vue des compétences, la différence qui existe entre les permissions de voirie et les contrats de concessions.

Les permissions de voirie sont délivrées par l'autorité qui administre et dans les attributions de laquelle sont placés, à raison de leur nature, les services qui font l'objet de ces concessions, quelle que soit la catégorie des voies publiques à emprunter. La compétenee résulte ici de la nature des services.

Toutefois, si les ouvrages visés dans l'acte de concession édicté par une autorité doivent s'étendre sur des voies administrées par une autre autorité, celle-ci est appelée ultérieurement (à moins de dispositions législatives spéciales) à délivrer les permissions de voirie nécessaires ; l'acte de concession, même complètement rendu, comporte ainsi une réserve, explicite ou implicite, quant à sa complète exécution sur les diverses catégories de voies publiques.

Lorsqu'il s'agit d'une concession que l'État est compétent pour délivrer à raison de la nature des services à rendre, les ouvrages du concessionnaire ne pourront être établis sur la voirie urbaine sans une permission de voirie délivrée par le maire, à moins qu'une loi spéciale n'en ait autrement ordonné (par exemple, en matière de tramways concédés par l'État) ; d'ailleurs, en cas de refus du maire, non motivé par l'intérêt général, le préfet a le droit de délivrer d'office la permission de voirie sur les voies communales (§ 4 de l'article 98 de la loi municipale du 5 avril 1884).

De même, lorsqu'il s'agit d'une concession qui rentre par sa nature dans la compétence de l'autorité communale, les ouvrages du concessionnaire ne pourront être établis sur la grande voirie ou sur les chemins vicinaux de grande communication ou d'intérêt commun sans une permission de voirie délivrée par le préfet, sauf recours au ministre compétent.

Cela posé, quelle est l'autorité compétente pour faire les concessions de distribution d'eau et d'éclairage privé collectif ? La Commission constate que c'est exclusivement le corps municipal, dans les conditions déterminées par les articles 115 et 145 de la loi du 5 avril 1884, et cela pour plusieurs raisons :

En premier lieu, la nécessité de réduire le plus possible, dans l'intérêt de la circulation, le nombre des canalisations établies sur la voie publique rend toujours désirable, et souvent même nécessaire, d'une part, l'association de l'éclairage privé à l'éclairage public municipal au moyen d'une seule canalisation, d'autre part l'association de la distribution d'eau pour les usages domestiques à la distribution d'eau municipale pour les fontaines publiques et pour les services publics d'arrosage et d'incendie. Cette association n'existât-elle pas au début, doit-être envisagée comme une éventualité à prévoir et à réserver dans l'intérêt public. En fait, du reste, dans toute localité de quelque importance, il n'y a pas d'autre moyen d'assurer aux particuliers les commodités désirables au point de vue de l'eau et de la lumière. Ce seul motif paraît déterminant pour placer toutes les concessions d'éclairage ou de distribution d'eau dans les attributions municipales, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer le caractère d'intérêt purement local de ces entreprises.

En second lieu, la solution contraire, consistant à attribuer le pouvoir de concession en matière de distribution d'eau ou de lumière au Gouvernement sur les traverses des routes départementales, produirait des résultats absolument inadmissibles. Elle créerait, sans aucune raison, une situation privilégiée aux riverains de la grande voirie et pourrait rendre plus onéreuse, peut-être même impossible, la concession de l'éclairage ou de la distribution d'eau sur les autres voies dans une même ville.

Les diverses parties du territoire communal n'offrent pas, en effet, à l'entrepreneur d'une distribution d'eau ou de lumière des conditions égales au point de vue des abonnements. Si certains quartiers peu habités devaient seuls être desservis par ses canalisations, il n'engagerait certainement pas ses capitaux dans l'entreprise ; et s'il ne pouvait pas compter absolument sur les abonnements rémunérateurs que comportent les rues les plus animées et les plus luxueuses, les tarifs auxquels il lui est possible de souscrire seraient notablement plus élevés. Lorsqu'une concession unique comprend la totalité du territoire communal, les tarifs, égaux pour tous, qui sont consentis par l'entrepreneur, sont calculés en raison de ce que les chances de gain sur les grandes artères compensent les chances de perte sur les rues éloignées et secondaires. Cette compensation disparaîtrait si l'État concédait, sur la grande voirie, des entreprises concurrentes sur lesquelles ne pèserait aucune des charges du concessionnaire municipal. De telles concessions, sans doute avantageuses pour les riverains de la grande voirie, causeraient un grave préjudice à tous les autres habitants de la commune, puisque la municipalité ne pourrait plus obtenir pour ceux-ci les conditions aussi favorables dans les négociations relatives soit au renouvellement ou à la modification des traités de concessions existants, soit à la conclusion de nouveaux traités. Ainsi, en autorisant sur la grande voirie des entreprises ayant pour but de faire concurrence à celles que la municipalité a mandat d'organiser pour l'ensemble du territoire communal, l'État rendrait pour l'avenir, l'exercice de ce mandat municipal singulièrement plus difficile et moins efficace.

Une telle ingérence de l'État aurait des conséquences d'autant plus graves que les concessions de distribution de gaz de beaucoup de villes importantes expirent dans une quinzaine d'années et feront alors retour à la commune ; que plusieurs municipalités sont en négociation pour obtenir de leurs concessionnaires un abaissement immédiat du prix du gaz moyennant une prorogation de concession ; et que, d'autre part, un grand nombre de communes, qui ne sont pas liées avec des Compagnies de gaz pour leur éclairage, préparent des contrats de concession d'éclairage du territoire communal par l'électricité. Les améliorations qu'on espère apporter aux concessions actuelles et les avantages qu'on se promet des concessions nouvelles disparaîtraient le plus souvent, si les communes et leurs contractants n'avaient pas la certitude que l'État ne viendra pas détruire l'équilibre de ces concessions par des autorisations spéciales à la grande voirie.

Pour ces différents motifs, il paraît conforme à la logique, aussi bien qu'à l'intérêt général, de laisser toutes les concessions d'éclairage, tant privé que public, aussi bien que les concessions de distribu-

Digitized by Google

tion d'eau, dans les attributions exclusives de l'autorité municipale.

Ces principes étant établis, les conséquences à en tirer pour la solution des questions posées s'en déduisent naturellement.

En ce qui concerne l'avenir, il semble qu'aucune difficulté ne puisse plus s'élever, les attributions des diverses autorités étant bien définies. Il convient toutefois d'appeler l'attention des corps municipaux sur les précautions qu'ils devront prendre dans les contrats futurs de concessions de distribution d'eau ou d'éclairage public et privé (*clauses de déchéance et de rachat, réserves relatives à l'adoption de perfectionnements ou de procédés nouveaux, etc.*), en vue de sauvegarder l'intérêt public contre les abus. Ils devront, d'ailleurs, rappeler toujours, dans ces actes, que, si les concessions accordées par eux s'étendent à toutes les voies publiques sans distinction, leur mise à exécution, en ce qui concerne la grande voirie et les chemins vicinaux de grande communication ou d'intérêt commun, n'en reste pas moins subordonnée aux permissions de voirie à obtenir du préfet pour l'occupation de ces voies.

En ce qui concerne le passé, la question est plus complexe, à raison des conditions diverses dans lesquelles ont été conclus les contrats existants. Mais la solution n'en paraît pas plus difficile.

Ou les municipalités ont formellement excepté de leurs concessions de distributions d'eau ou d'éclairage les traverses des routes nationales et départementales, et alors rien ne s'oppose à ce qu'elles en fassent elles-mêmes l'objet de concessions spéciales, si elles y trouvent un intérêt public ;

Ou elles ont compris ces voies dans les concessions qu'elles ont faites, et leur prétention de recourir à l'Administration supérieure pour échapper à leurs engagements n'est pas soutenable.

En résumé, la Commission est d'avis qu'il y a lieu d'appliquer les règles suivantes pour l'établissement et l'exploitation des canalisations souterraines ou de conducteurs aériens sur les voies publiques.

A. — Les canalisations ou conducteurs qu'un particulier demande à établir pour le service d'un immeuble dont il est propriétaire, usufruitier ou locataire, sont installés sous ou sur la voie publique, en vertu d'une simple permission de voirie délivrée par le maire pour la petite voirie, ou par le préfet pour la grande voirie et pour les chemins vicinaux de grande communication ou d'intérêt commun.

B. — Toute entreprise de distribution collective d'eau ou de la lumière sur les voies publiques doit faire l'objet d'une concession municipale.

Le projet de concession est soumis par le maire au Conseil municipal. Ce projet doit indiquer : 1° le tarif maximum des abonnements ; 2° les conditions du service qui sera offert au public, moyennant ce tarif ; 3° toutes les autres conditions d'établissement ou d'exploitation de la distribution collective sur l'ensemble des voies publiques du territoire de la commune ; le tout arrêté dans un cahier des charges, qui, d'une part, règle les obligations de l'entrepreneur envers la commune et envers le public, notamment en ce qui concerne le service à fournir et le maximum des tarifs exigibles, et qui, d'autre part, détermine les obligations de la commune envers l'entrepreneur. Ledit cahier des charges soumet l'entrepreneur aux règlements de voirie et autres, faits ou à faire par l'autorité compétente ; il subordonne l'établissement des ouvrages de la distribution sur les voies nationales ou d'intérêt commun à des permissions de voirie qui seront éventuellement délivrées, s'il y a lieu, par le préfet, sur la demande du maire.

Le projet, après avoir été voté par le Conseil municipal, est soumis par le maire à l'approbation de l'autorité supérieure compétente.

Une fois cette approbation intervenue, s'il y a lieu, les permissions de voirie à délivrer par le préfet font l'objet d'arrêtés préfectoraux ; elles sont données à la commune, représentée par le maire, et non à l'entrepreneur du service de la distribution collective d'eau ou de lumière. Elles soumettent l'établissement et l'exploitation des ouvrages de la distribution sur la voie publique aux conditions jugées nécessaires pour assurer la sécurité et la commodité de la circulation, et pour éviter tout danger et toute gêne au public comme aux riverains ; elles réservent notamment l'application de tous règlements faits ou à faire dans ce but.

A la suite d'un premier examen de ce rapport de la Commission, nous avons demandé l'avis du Conseil d'État sur une question de droit qu'il soulevait et dont la solution, indépendamment des motifs de bonne administration invoqués par le rapport, présentait une sérieuse importance au point de vue de la décision que nous avions à prendre. Cette question de droit est la suivante : « Le corps municipal est-il exclusivement compétent pour accorder une concession de distribution d'eau ou de lumière, suivant les concessions d'un tarif et d'un cahier des charges, pour toutes les voies publiques du territoire communal, « même pour celle de la grande voirie, » étant entendu que le cahier des charges subordonne l'exécution des travaux sur la grande voirie à la permission du préfet ? »

Le *Conseil d'État* (sections réunies de l'Intérieur et des Travaux publics) a, dans un avis du 27 juin 1893, résolu par l'affirmative la question de droit ainsi posée, en réservant, d'ailleurs, comme l'avait fait la Commission, le pouvoir qu'a le préfet de donner des permissions de voirie, sans l'intervention du corps municipal, lorsqu'il s'agit d'installations qui ne comportent pas un acte de concession.

Adoptant cet avis des sections réunies du Conseil d'État, nous avons, par décision de ce jour, approuvé, chacun en ce qui nous concerne, les conclusions ci-dessus énoncées du Rapport de la Commission.

Vous voudrez bien, monsieur le Préfet, veiller à l'observation des règles ainsi arrêtées.

Le ministre des Travaux publics adresse directement aux ingénieurs en chef ampliation de la présente circulaire, qui annule la circulaire ministérielle du 22 juin 1882.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de notre considération la plus distinguée.

Le ministre des Travaux publics,
Signé : VIETTE.

Le président du Conseil, ministre de l'Intérieur,
Signé : CH. DUPUY.

(*à suivre.*)

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

A Manual of Telephony [Manuel de Téléphonie] par W.-H. PREECE et A.-J. STUBBS.

Un vol. in-8° de XVIII-508 pages avec 333 figures Prix: 15 sh. (*Londres, Whittaker et C°, éditeurs.*)

Cet ouvrage peut être considéré comme la deuxième édition du livre intitulé *The Telephone* publié, en 1888, par MM. Preece et J. Maier; mais il faut ajouter que le travail primitif a été entièrement refait et mis au courant des progrès les plus récents accomplis dans cette branche si importante de l'électricité, la Téléphonie.

La première partie de ce manuel traite des transmetteurs et des récepteurs téléphoniques et comprend les chapitres I à VII. Les auteurs y étudient successivement les phénomènes d'induction, le téléphone de Bell, le transmetteur d'Édison et le microphone de Hughes, les principaux téléphones et microphones et terminent cette première partie par une description des recherches effectuées en téléphonie et des essais qui ont été faits en divers pays en vue de déterminer la valeur de divers microphones et bobines d'induction.

Dans la deuxième partie nous trouvons, dans les trois chapitres VIII, IX et X, la description des divers appareils accessoires : commutateurs, parafoudres, piles, sonneries, etc., d'un certain nombre d'appareils téléphoniques complets et enfin l'installation des postes intermédiaires.

La troisième partie, qui se compose des chapitres XI à XIV, donne des détails très complets sur les commutateurs employés dans les bureaux téléphoniques et sur leur installation. Un chapitre spécial est consacré à la description du système adopté par le Post Office.

Les commutateurs multiples en usage dans les grands bureaux centraux pour lignes à simple fil et pour lignes à circuit métallique sont clairement décrits dans la quatrième partie.

Les chapitres XXI à XXVII, qui forment la cinquième partie, traitent les sujets suivants : Translateurs ou transformateurs téléphoniques pour la jonction des lignes à simple fil avec les lignes à circuit métallique; — Cabines téléphoniques publiques; — Téléphonie multiple; — Télégraphie et Téléphonie simultanées; — Téléphonie militaire; — Installations domestiques; — Installation des lignes desservant plusieurs abonnés.

La sixième partie est consacrée à la construction des lignes, à l'étude des fils employés pour l'établissement des lignes aériennes, à la description des divers modèles de câbles téléphoniques. Le dernier chapitre contient un exposé des travaux remarquables de M. Preece sur la limite de la distance à laquelle peut se transmettre téléphoniquement la parole. Les divers mémoires qu'il avait publiés à ce sujet se trouvaient disséminés dans diverses publications périodiques et n'étaient pas, par suite, faciles à consulter. C'est une heureuse idée que d'avoir donné, à la fin de ce manuel, une étude d'ensemble sur cet important sujet.

La compétence bien reconnue des auteurs du *Manuel de Téléphonie* nous dispensent d'en faire ressortir la valeur. Il nous suffira de dire que les électriciens s'occupant de téléphonie ne pourront pas trouver un livre mieux fait et plus complet que celui que nous venons d'analyser. Il constitue une description complète et bien au courant des appareils et de l'organisation du réseau téléphonique en Angleterre.

A. M.

Fortschritte der Elektrotechnik [Les progrès de l'Électrotechnique], par le Dr Karl STRECKER.

5e année, 1891, 4e fascicule. (*Berlin, Julius Springer, éditeur.*)

Cette quatrième fascicule termine le volume de 1891 et vient d'être mis en vente. Nous rappellerons à nos lecteurs ce que nous avons déjà dit à plusieurs reprises de cette utile publication, que c'est le répertoire le plus complet de tout ce qui se publie en électricité On y trouve, en effet, méthodiquement classés, les titres et souvent une analyse des divers mémoires, articles de journaux, livres, etc., publiés dans le monde entier. Grâce à ce recueil, les recherches sur un sujet donné sont considérablement facilitées.

A. M.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Un câble sous-marin établi entre la Nouvelle-Calédonie et le territoire du Queensland. — A propos de l'établissement de ce câble posé par les soins de la Société française des câbles sous-marins, le journal le *Times* se livre à une critique amère relative à la subvention accordée par les gouvernements du Queensland et de la Nouvelle-Galles du Sud.

L'action de ces colonies est à regretter profondément, dit-il, comme étant opposée aux intérêts coloniaux et impériaux et comme tendant à retarder l'établissement, par des mains anglaises, d'une communication télégraphique sous-marine directe entre l'Australie et l'Amérique du Nord. La défense, par sir Georges Dibbs, de l'attitude prise par le gouvernement de la

Digitized by Google

Nouvelle-Galles du Sud est défectueus à l'excès et vivement combattue par une lettre du marquis de Ripon. Cela semblerait indiquer que c'est une erreur d'appeler le câble en question la première section d'un câble du Pacifique, parce que le gouvernement impérial et la plupart des colonies intéressées ne subventionneraient certainement pas une ligne qui serait, en cas de complications politiques, complètement sous le contrôle français. — D.

L'escadre russe à Toulon. — Pendant le séjour des marins russes sur le territoire français, l'électricité a largement contribué à l'éclat et à l'originalité des illuminations. Lorsque l'amiral Avellan, après avoir quitté le *Formidable*, entra dans le nouveau port pour se rendre à l'arsenal, tous les projecteurs de la flotte en rade de Toulon furent dirigés sur son bateau. L'effet de cette concentration d'énormes quantités de faisceaux lumineux fut véritablement merveilleux.

Un grand bal fut donné, à l'arsenal, aux marins russes par les soins des officiers de la marine et de l'armée françaises. Une tente spacieuse fut dressée et à la toiture étaient suspendus six lustres gigantesques formés de pistolets et de revolvers supportant des lampes à incandescence. Un lustre central plus grand que les autres comportait soixante-dix pistolets, trente sabres et vingt-cinq canons de fusil montés en manière de bougies et chacun d'eux portant une lampe.

Il y avait également un très grand nombre d'arcs.

Les inscriptions, les devises, les dessins constitués par un arrangement ingénieusement approprié de lampes à incandescence versicolores, de modèles variés, produisaient des effets saisissants.

Tous ces éclairages surgis au dernier moment, on peut le dire, vraiment improvisés, ont été tout à fait réussis.

Le secteur de la rive gauche de Paris qui en est à ses débuts des travaux de canalisation souterraine, a mis pour la première fois en marche son usine du Panthéon. Trente lampes à arc de 10 et de 25 ampères, installées par ses soins éclairaient brillamment la rue Soufflot et le monument du Panthéon. Nous reviendrons ultérieurement sur ce sujet pour marquer l'effort donné. — D.

Le chauffage des tramways par la chaleur perdue dans les rhéostats des moteurs. — Quelques expériences ont été instituées récemment par M. E. Harrington sur le réseau de la Compagnie de Camden, pour déterminer le rendement dans les systèmes employant la méthode de réglage par rhéostat, en plaçant les rhéostats sous les banquettes et en utilisant la chaleur engendrée au chauffage de la voiture.

Le premier essai eut lieu sur une voiture se trouvant dans le dépôt.

Le rhéostat fut établi à l'intérieur du véhicule et les résistances reliées en série ; les variations du courant étaient produites par la manœuvre d'un commutateur un peu avant cinq heures.

Pendant ce temps, la température intérieure de la voiture, dont les portes étaient maintenues closes s'éleva de 22°,2 à 34°,5 ; la température de l'air extérieur, pendant le même intervalle de temps, monta de 21°,6 à 27°,7.

Dans une autre expérience, la voiture était remorquée par une autre en service actif, les portes étaient fermées et pendant la marche la température intérieure se maintint à environ 6 degrés au-dessus de celle de l'air extérieur dont la moyenne était de 30 degrés. Ces résultats montrent que la déperdition d'énergie dans le mode de réglage par rhéostat est comparativement faible et que la chaleur engendrée ne suffit guère pour contribuer au chauffage des véhicules. — D.

Les illuminations électriques. — Les fêtes récentes ont été l'occasion d'un débordement d'illuminations dans lesquelles pour la première fois l'électricité a joué un rôle considérable.

En divers endroits de Paris, et en particulier sur la place de la République et devant un grand restaurant du boulevard, des cordons de lampes à incandescence disposées d'une façon des plus heureuses ont remplacé les rampes de gaz dont les extinctions partielles au moindre souffle du vent nuisent, en général, à l'effet des illuminations.

Cette nouvelle application de l'électricité est sûrement appelée à un avenir considérable, étant donné que, dans les occasions où on l'emploiera, la question économie est secondaire vis-à-vis des effets cherchés. Au point de vue technique, elle semble de prime abord peu intéressante, et pourtant bien des points restent à étudier dans le matériel à employer. Les câbles destinés à l'alimentation doivent, en même temps, supporter le poids des lampes avec leurs accessoires (supports, griffes, globes colorés, etc.). N'y aurait-il pas lieu de créer spécialement, pour ces applications des modèles nouveaux, dont la première qualité serait la légèreté, et en même temps de demander au câble une plus grande résistance mécanique en sacrifiant au besoin un peu la conductibilité par l'emploi de fils bimétalliques.

Selon nous, le point de vue le plus intéressant de la question est le résultat que peut avoir le développement de ce genre d'illuminations sur l'éclairage par stations centrales en général. En effet, en vue de suffire à une demande momentanée considérable de courant en un point donné, les Compagnies d'éclairage seront amenées à augmenter leur matériel de réserve et à prévoir

Digitized by Google

pour leurs câbles principaux de plus fortes sections.

Cette dépense supplémentaire d'installation se traduira par une élasticité et une sécurité plus grande dans la distribution générale, d'où, jusqu'à un certain point, économie d'entretien et par des recettes considérables chaque fois que les installations provisoires fonctionneront. Pour l'abonné, les avantages sont plus certains : ils profiteront de l'augmentation de section des câbles principaux en ayant une lumière plus stable ; mais le point le plus important est qu'ils seront à même de revendre leurs lampes usées à un prix encore raisonnable pour en acheter de neuves leur donnant plus d'éclat avec la même consommation.

Bien des fois déjà (et en particulier dans les colonnes de ce journal) on a préconisé l'emploi de lampes à faible consommation et courte durée, dans le cas, le plus général, où la dépense de courant est infiniment plus grande que celle de l'amortissement de la lampe. Par suite de la diminution du pouvoir éclairant de la lampe à incandescence, on a indiqué qu'il existait un point auquel il valait mieux changer la lampe usée et en remettre une neuve ; on a aussi proposé d'employer pendant les deux ou trois premières centaines d'heures les lampes dans une ville où le courant coûte cher pour les envoyer ensuite terminer leur vie sur des circuits d'éclairage alimentés par une force hydraulique ou au voisinage d'une mine. Si la vente des lampes demi-usées devient courante en vue des illuminations électriques, l'amortissement du prix de la lampe, déjà très faible eu égard au bas prix actuel, devient encore moins considérable et le le temps après lequel il devient avantageux de la changer diminue ; par suite, pendant toute leur durée utile, les filaments conserveront un éclat plus voisin de l'éclat normal.

Dans une illumination le plus ou moins d'éclat des foyers n'a pas une très grande importance dans le cas où ces foyers sont destinés à dessiner des contours plutôt qu'à produire un éclairement ; par suite, les entrepreneurs de ces genres d'installations se préoccupèrent surtout du côté économique de la chose, d'autant plus que, malgré toutes les précautions la casse est forcément considérable et d'autant plus désastreuse que les appareils coûtent plus cher ; ils seront par suite amenés à rechercher les vieilles lampes.

Pour toutes ces raisons, en nous plaçant au point de vue purement industriel, nous saluons l'essor de l'illumination électrique ; l'éclat des fêtes auxquelles nous venons d'assister a amplement été rehaussé d'ailleurs par son emploi et les effets obtenus ont été des plus artistiques. M. L.

Programme du « Franklin Institute » de Philadelphie pour la session de 1893-1894. — Nous venons de recevoir le programme que publie chaque année le *Franklin Institute* et nous en extrayons pour nos lecteurs tout ce qui concerne la science électrique et ses applications.

Cette importante Association scientifique, dont la fondation remonte à l'année 1824, est divisée en plusieurs sections. La section d'Electricité tient ses réunions mensuelles le quatrième mardi de chaque mois (excepté en juillet et août).

En dehors des réunions mensuelles, un certain nombre de conférences sont faites chaque année. Les suivantes sont annoncées pour la prochaine session.

Le 22 décembre 1893. — Les bobines d'induction et les condensateurs par le professeur Elihu Thomson ;

Le 19 janvier 1896. — Le moteur électrique, par le professeur F.-B. Crocker. — M.

L'Exposition du Progrès au palais de l'Industrie. — Samedi dernier, 28 octobre, a eu lieu, au palais de l'Industrie, sous la présidence de M. Muzet président de la Société nationale des Sciences et Arts industriels, la séance d'installation du jury international des récompenses de l'exposition du progrès, tenue actuellement dans l'enceinte du palais.

L'assemblée était très nombreuse. Le président a donné quelques indications sur la marche à suivre dans l'examen des produits et sur les différents degrés de récompenses à accorder.

Le jury appelé à examiner les machines et les produits de la section d'électricité est composé des Membres suivants :

MM. Berthon, Cance, Dieudonné, Hospitalier, Leroy, Meyer, Monnier, Sciama.

Conférences pratiques de mesures électriques au Laboratoire central d'Électricité. — Des conférences pratiques sur les mesures électriques industrielles vont être inaugurées au Laboratoire central d'Électricité, 12, rue de Staël.

La première série de ces conférences commencera vers le 10 novembre et sera terminée dans les premiers jours de janvier.

Les électriciens qui désireraient des renseignements sur ces conférences pourront s'adresser au Laboratoire.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 150 11 Novembre 1893

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

L'EMPLOI DES MOTEURS A COURANT CONTINU

Si l'on considère les résultats financiers des stations centrales de distribution de l'énergie électrique, il y a lieu de s'étonner du peu de recettes correspondant aux électromoteurs. Malgré tous les avantages que présentent ces moteurs sur tous les autres pour les usages domestiques ou ceux de la petite industrie, il ne semble pas, en effet, que leur emploi se soit le moindrement généralisé.

Les causes de cet état de choses sont multiples : d'une part, les Compagnies ne favorisent pas autant qu'elles le pourraient une application qui serait pour elles une source de bénéfices considérables en répartissant sur un beaucoup plus grand nombre d'heures l'amortissement d'un matériel coûteux comme celui des usines et des canalisations ; et, d'autre part, on n'est pas encore assez familiarisé avec les appareils électriques pour que bien des gens n'aient pas de graves appréhensions à se servir d'un appareil qui tourne si vite et duquel jaillissent des étincelles ; qui sait si cela ne vous foudroiera pas !

L'éducation du public est encore à faire là-dessus et il n'y a pas de bonne raison pour que les machines à coudre électriques, les ventilateurs, les petits tours, les outils d'amateurs ou d'ouvriers en chambre, mus par l'électricité, ne deviennent d'un usage aussi courant que les lampes à arc le sont pour éclairer les devantures des magasins.

Pour que l'emploi des électromoteurs se répande rapidement, il faut donc d'abord que le prix du courant pour cet usage s'abaisse sensiblement et, en second lieu, que les appareils offerts au public soient des machines robustes et non de véritables jouets comme ceux qui nous viennent d'Allemagne ou d'Amérique, car l'industrie des petits moteurs domestiques est encore à créer en France. Nous avons vu employer dans nos arsenaux des moteurs solides et fonctionnant d'une façon parfaite sortant de plusieurs des grandes maisons françaises de construction ; mais nous n'en avons jamais rencontré dans les installations domestiques ; leur emploi semble limité aux cas où il existe un personnel technique pour les manœuvrer. Au contraire, il faudrait arriver à pouvoir mettre ces machines entre les mains du premier venu et qu'elles soient faites de telle façon et leurs appareils de conduite groupés de telle sorte qu'une avarie soit impossible.

Lorsqu'il s'agit de petits moteurs destinés à fonctionner sur un circuit à potentiel constant, la solution la plus simple et la plus économique est l'emploi de moteurs excités en série ; on évite ainsi un bobinage trop coûteux des inducteurs et on obtient des machines démarrant facilement seules à cause de la valeur considérable du couple moteur au moment de la mise en marche. Le plus grave inconvénient des moteurs électriques et, en particulier, de ceux qui sont excités en série est l'intensité anormale qu'atteint le courant au moment où le circuit est fermé ; si, en particulier, la charge est appliquée au moteur en repos il se peut que l'échauffement produit soit suffisant pour détruire les isolants et mettre la machine hors d'état (parfois même provoquer un commencement d'incendie), si un plomb fusible bien ajusté n'est pas placé sur le circuit. On remarquera que la valeur à choisir pour l'intensité devant faire fondre un plomb fusible est malaisée à définir ; car, d'une part, si on prend un fil trop fin comme fil fusible, le circuit sera rompu presque à chaque mise en marche, et, d'autre part, si on se contente d'une sécurité moins grande, on risque fort de voir brûler l'isolant du moteur le jour où, l'effort résistant étant un peu trop

Digitized by Google

considérable, par suite d'une circonstance quelconque, l'intensité du courant se maintiendra au-dessus de la valeur permise pendant un temps un peu long, sans que toutefois le plomb vienne à fondre.

Nous avons vu dans les ateliers de construction de la Société alsacienne à Belfort un dispositif fort simple et ingénieux pour remédier à cet inconvénient.

Le courant alimentant le moteur traverse deux crayons de charbon superposés comme ceux d'une lampe à arc, dont l'inférieur A est fixe et l'autre B mobile (fig. 1); ce dernier est porté par une pièce de fer D formant l'armature d'un solénoïde S placé en série avec les charbons et le moteur. Au moment où le circuit vient à être fermé, le moteur étant immobile, le courant atteint dans le solénoïde S une intensité suffisante pour attirer l'armature mobile; un arc jaillit entre les charbons, ce qui fait immédiatement baisser l'intensité et le charbon supérieur retombe; le moteur pendant ce temps a commencé à se mouvoir, l'intensité diminue un peu et le charbon supérieur est animé de mouvements de bas en haut d'amplitude décroissante jusqu'à ce que, la vitesse et, par suite, l'intensité normale étant obtenues, le charbon supérieur reste au contact du charbon inférieur, le nombre d'ampères-tours du solénoïde n'étant plus suffisant pour en supporter le poids.

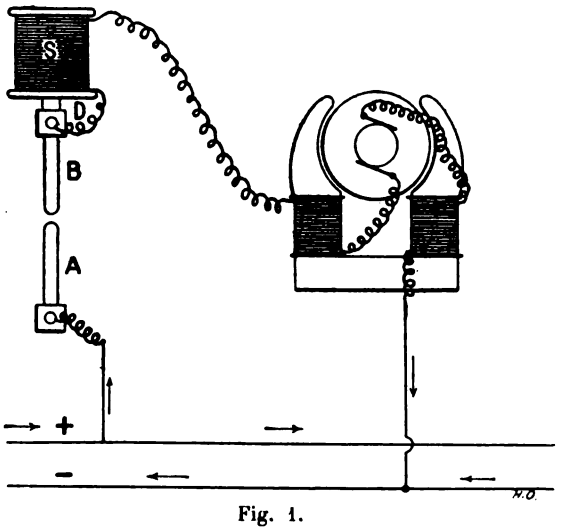


Fig. 1.

Ce dispositif semble devoir remplir efficacement le but auquel il est destiné ; un coupe-circuit à mercure retombant automatiquement sitôt que le courant est rompu pourrait jouer le même rôle à condition de recouvrir le mercure pour éviter les projections.

L'intensité anormale absorbée par un moteur à la mise en marche présente deux inconvénients : l'échauffement, dont nous avons parlé plus haut, et la baisse momentanée de la différence de potentiel dans les parties voisines des circuits; d'où une inégalité dans l'éclat des lampes, qui est fort désagréable à l'œil et contribue même, dans une certaine mesure, à prohiber l'emploi des moteurs sur des circuits à potentiel constant alimentant simultanément, des lampes à incandescence.

L'emploi du dispositif cité plus haut, remédiant en partie au défaut de la trop forte intensité, diminuera dans une grande proportion les variations d'éclat des lampes; mais, si la charge appliquée au moteur en repos est trop considérable, celui-ci ne démarrera pas; d'autant plus que le couple moteur sera affaibli par l'arc formé entre les charbons. Dans le cas où l'effort résistant est assez considérable dès le début, il serait bon d'employer, en outre, un embrayage magnétique (fig. 2) formé par une bobine de grande résistance placée en dérivation entre les balais et montée sur l'arbre du moteur, l'arbre mené étant placé vis-à-vis avec une pièce mobile maintenue par un ressort; au départ, le moteur étant immobile, la différence de potentiel totale se divise entre les inducteurs et l'induit en raison directe de leur résistance; le courant traversant la bobine du frein n'est pas suffisant pour maintenir l'adhérence et le moteur se met en marche sans charge à mesure que croît la vitesse, la différence de potentiel aux balais augmente et à un certain moment devient suffisante pour provoquer adhérence entre les deux parties de l'embrayage magnétique.

Digitized by Google

Le moteur démarrera par suite à vide en n'absorbant qu'un courant très peu supérieur au courant normal ; la vitesse augmentant, l'entraînement de l'arbre mené se produira par glissement jusqu'à ce que la vitesse normale soit atteinte et l'adhérence complète.

On pourrait encore disposer le frein magnétique avec une bobine, en série avec les inducteurs, agissant en sens inverse d'un ressort antagoniste tendant à maintenir l'adhérence entre l'arbre menant et l'arbre mené, tant que l'intensité du courant n'est pas trop considérable. Cette solution serait même plus économique que l'autre.

Une fois le moteur en marche, il se peut qu'on ait besoin d'en régler la vitesse ; il ne sera, en général, pas possible ni pratique d'agir sur les balais pour en modifier le calage ; la seule méthode qui se présente est donc l'emploi d'un rhéostat variable. Celui-ci doit être essentiellement robuste et peu encombrant, la manœuvre doit en être des plus simples. Un modèle qui nous a paru remplir ces conditions est une caisse cylindrique en tôle perforée, contenant les résistances et munie d'un curseur fixé à une tige verticale avec bouton qu'on enfonce plus ou moins pour obtenir la vitesse voulue.

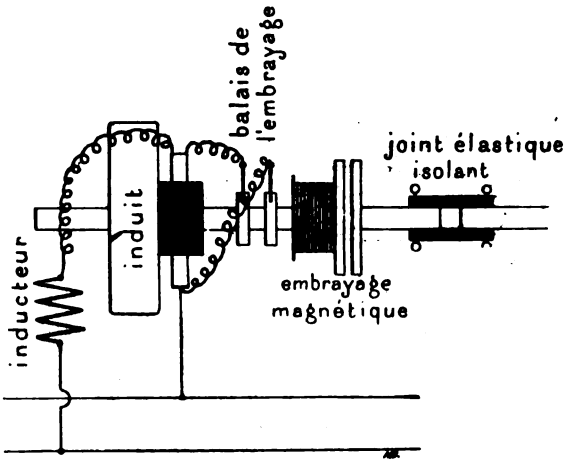


Fig. 2.

Une seconde tige parallèle à la première remonte quand l'autre s'enfonce (les deux tiges portant chacune une crémaillère et engrenant sur un pignon horizontal) elle possède également un bouton de manœuvre.

Nous avons vu nombre de ces rhéostats, construits, croyons-nous, par la maison Sautter-Harlé, entre les mains d'ouvriers des constructions navales, qui les manœuvraient à coups de poings, donner pleine satisfaction.

Les moteurs en série dont nous avons parlé jusqu'ici présentent pour les très petites forces de grands avantages de simplicité et surtout d'économie ; leur vitesse même à vide ne peut, grâce aux frottements intérieurs qui représentent une bonne partie du travail résistant, atteindre des valeurs dangereuses ; le couple moteur diminue, en effet très rapidement avec la vitesse par suite de l'affaiblissement simultané du champ magnétique et du courant de l'induit. Lorsque le moteur dont on dispose atteint une puissance plus considérable et doit fonctionner avec des charges variables, l'emploi de l'enroulement en série présente des inconvénients par suite des vitesses trop grandes que peut atteindre la machine marchant à vide ; il faut alors employer un moteur enroulé en dérivation.

Avec ce genre de moteur, en effet, l'accroissement du courant correspond à une diminution du flux de force ; par suite de l'augmentation de la réaction d'induit, l'équilibre entre les efforts moteurs et résistants est facilement atteint ; la vitesse de ce genre de moteur est donc pratiquement constante, la dépense de courant étant constamment proportionnée au travail produit.

Les mêmes inconvénients que nous avons décrits pour les moteurs en série se renouvelleront au moment de la mise en marche des moteurs en dérivation avec une source à différence de potentiel constante ; les appareils de sécurité dont nous avons parlé trouveront donc ici encore un emploi avantageux ; mais, au lieu d'être en série avec le moteur, ils devront être placés sur le circuit de l'induit seul.

Quand le moteur est assez puissant, il est bon de le commander par un commutateur

Digitized by Google

du genre de celui de la figure 3. Le courant partant d'un des conducteurs A arrive à un plot C isolé ; une lame conductrice mobile D, pouvant tourner autour de l'axe O du commutateur, peut occuper un certain nombre de positions ; sur la figure 3 il est représenté portant par ses deux extrémités sur deux plots morts 1-7. L'axe O est réuni à l'entrée du fil des inducteurs ; les plots 2, 3, 4, 5 et 6 sont reliés entre eux par des résistances convenablement choisies ; le plot 6 est, en outre, en communication avec l'un des balais E du moteur, l'autre balai F étant réuni, d'une part, à la sortie des inducteurs et, de l'autre, au conducteur B ; deux butées limitent en G et H la course du commutateur.

L'appareil étant dans la position représentée en figure 3, le moteur se trouve complètement isolé ; si on fait tourner le contact mobile D de façon à l'amener au contact de C sans quitter le plot 1, le courant traverse l'inducteur, et le moteur se trouve, par suite, en pleine excitation ; les arrêts successifs ou le passage sur les plots 2, 3, 4, 5, 6 envoient dans l'induit un courant plus ou moins fort suivant le travail à produire.

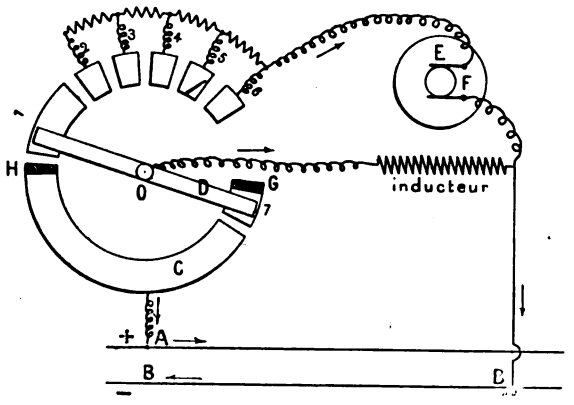


Fig. 3.

Avec l'emploi d'un semblable appareil qui nous a été indiqué par M. Desson (de Saint-Quentin) qui en fait un usage courant dans ses installations de moteurs, il ne peut y avoir à craindre de fausses manœuvres ; l'inducteur étant forcément excité avant le passage du courant dans l'induit, celui-ci ne risque pas d'être brûlé par un courant venant à le traverser sans produire d'effort moteur par suite du manque de flux de force, l'inducteur n'étant pas dans le circuit.

Dans le cas de démarrage sous charge ou d'efforts résistants très variables et pouvant atteindre une valeur suffisante pour provoquer un ralentissement ou un arrêt complet du moteur, les appareils destinés à éviter un échauffement et que nous avons décrits plus haut seront avantageusement employés ; mais l'embrayage magnétique ne pourra plus être employé qu'avec un bobinage en série avec l'induit et un ressort antagoniste, la différence de potentiel aux bornes de l'induit restant invariable s'il n'y a pas de rhéostat dans le circuit.

Nous signalons encore comme une chose intéressante un joint élastique destiné à transmette de faibles efforts entre deux arbres qui peuvent ne pas être exactement dans le prolongement l'un de l'autre ; il est dû croyons-nous, à M. Raffard dont le joint élastique à bagues de caoutchouc est bien connu et formé simplement d'un tube de caoutchouc bridé par ses deux extrémités sur l'arbre menant et l'arbre mené (fig. 2). Ce joint sert d'abord à isoler le moteur de l'arbre mené au point de vue électrique et, en second lieu à éviter les secousses brusques dues à des variations anormales de la charge. Si sa résistance mécanique était convenablement calculée il pourrait servir comme appareil de sécurité dans le cas où l'effort résistant devenant trop considérable le moteur risque de s'arrêter sous charge et d'être mis hors d'usage par l'échauffement produit.

Nous avons vu plusieurs fois le joint Raffard à bagues élastiques se rompre d'un seul coup au moment ou un court-circuit risquant de compromettre la dynamo venant à se produire.

Pour terminer cette étude, qui n'a d'autre prétention que d'appeler l'attention des constructeurs et du public sur certaines particularités et détails intéressants, mais qui mériterait d'être suivie dans un ouvrage de plus longue haleine, nous nous permettrons

Digitized by Google

de présenter à nos lecteurs deux exemples qui montreront combien peu il faut accorder de confiance technique, non seulement aux clients non électriciens entre les mains desquelles sont placés les moteurs électriques, mais même aux ouvriers qui doivent les installer.

Nous avons eu dernièrement à placer un petit moteur en série devant fonctionner sous une différence de potentiel de 110 volts et absorber 2 ampères environ; par suite d'une erreur ou d'une négligence, les connexions entre l'induit et l'inducteur avaient été rompues et les bornes de prise de courant reliées directement chacune à un des balais.

L'ouvrier chargé du travail, voulant essayer le moteur, réunit les deux bornes aux conducteurs de la distribution à 110 volts; le moteur, sans flux de force dû à l'inducteur, se mit à tourner en vertu du décalage considérable des balais en sens inverse de la rotation normale; la vitesse était naturellement excessive et les étincelles et le bruit très considérables; voulant changer le sens de la rotation, l'ouvrier essaya de renverser le courant sans se rendre compte que l'inducteur restait toujours en dehors du circuit. Inutile de dire que le résultat fut nul et que le moteur s'entêta à tourner (à rebrousse-poil, selon l'expression de l'ouvrier) avec une rapidité si grande que le client, sous les yeux duquel la chose se passait, nous fit prévenir.

Les connexions ayant été remises en état, le moteur consentit, malgré l'incrédulité de l'ouvrier qui croyait la machine ensorcelée, à diminuer son allure et à cesser de faire des étincelles et du bruit.

Le moteur une fois placé, tout alla bien pendant quinze jours; puis on trouva que la vitesse était encore trop considérable : il fallait une résistance, Pour agir économiquement, nous fîmes placer un certain nombre de lampes en dérivation entre deux conducteurs, l'un venant de la ligne, l'autre allant au moteur; selon la vitesse désirée, il suffisait d'éteindre un plus ou moins grand nombre de lampes au moyen de fiches interruptrices.

Aux yeux du client, ces lampes brûlant sans résultat utile dans une armoire devaient constituer une dépense supplémentaire malgré que nous lui ayons dit que la consommation de courant serait, au contraire, réduite ; aussi. le lendemain, nous trouvâmes les lampes enlevées et, pour réduire la vitesse, on avait simplement augmenté le serrage des paliers pour obtenir du frottement. Dans ces conditions, le moteur absorbait plus de courant, dépensait ce surplus d'énergie en frottement dans les paliers, mais il marchait moins vite et il n'y avait plus cette dépense inutile (?) de courant dans les lampes. Le client était content; il n'était pas difficile !

M. Leroy.

LE COUPLAGE EN QUANTITÉ DES ALTERNATEURS

(*suite et fin*[1])

II. — Couplage de n alternateurs

Considérons n alternateurs identiques accouplés en quantité, et supposons qu'à un moment donné, $(n - 1)$ d'entre eux ayant une marche concordante, il se produise un écart dans la marche du n^{me}.

Nous conserverons les mêmes notations que précédemment, en affectant de l'indice 1 les quantités relatives à la machine qui présente une différence de phase avec les autres.

I étant donc la valeur maxima du courant extérieur, traçons (fig. 4) $AF = RI$, puis $FG = mLI$ perpendiculaire à AF : la résultante $AG = E'$ représentera la différence de potentiel aux bornes communes à toutes les machines.

Si la machine d'indice 1 était en concordance de phase avec les autres, son courant serait en concordance de phase avec le courant extérieur : il serait représenté par une droite parallèle à AF. Mais, en raison de l'écart de cette machine, et en la supposant, par

[1] Voir l'*Électricien*, n° 145, du 7 octobre 1893.

Digitized by Google

exemple, en avance sur les autres, le courant i_1 aura une direction telle que GM. Supposons connue sa valeur maxima I_1 et prenons $GM = rI_1$, puis $MB = ml I_1$ perpendiculaire à GM. La résultante AB représentera la force électromotrice l_1 de la machine considérée, et l'on aura $AB = E$.

Soit φ l'angle MGB : $\operatorname{tg}\varphi = \frac{ml}{r}$. Enfin $GB = KI_1$, si l'on pose $K = \sqrt{r^2 + m^2 l^2}$.

Travail. — Le travail de la machine considérée a pour expression :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{1}{2} EI_1 \cos(\widehat{e_1, i_1}).$$

Or l'angle $(\widehat{e_1, i_1})$ est l'angle de AB et de GM. Faisons tourner ces deux droites de l'angle φ : GM viendra s'appliquer suivant GB, et AB prendra une certaine direction AN. La projection de GB sur AN sera donc :

$$KI_1 \cos(\widehat{e_1, i_1}).$$

Mais la projection de GB est égale à la projection de AB diminuée de la projection de AG, et l'on a :

$$\text{projection de AB sur AN} = E\cos\varphi$$
$$\text{» AG »} = E'\cos(\varphi + \beta)$$

en appelant β l'angle BAG. Donc :

$$KI_1 \cos(\widehat{e_1, i_1}) = E_1 \cos\varphi - E'\cos(\varphi + \beta)$$

et par conséquent :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E}{2K}[E\cos\varphi - E'\cos(\varphi + \beta)]. \qquad (12)$$

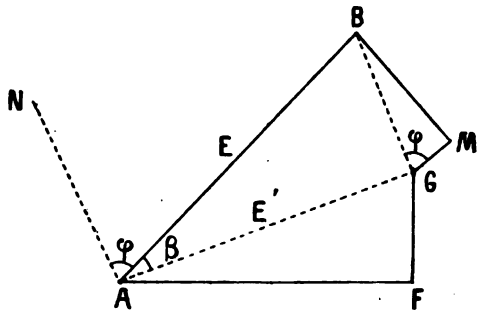


Fig. 4.

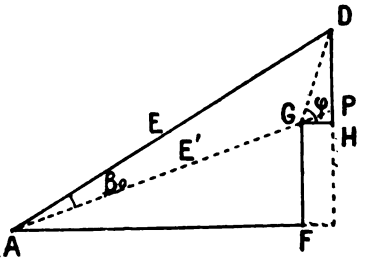


Fig. 5.

Variations de $\mathfrak{E}_1$. — Dans l'expression (12), les quantités variables avec la différence de phase sont E', et $\cos(\varphi + \beta)$. Mais E', différence de potentiel aux bornes, est très peu affectée par l'écart d'une des n machines et on peut la considérer comme constante, du moins tant que l'écart n'est pas trop grand.

Reste à étudier la variation de $\cos(\varphi + \beta)$. Si la machine était en concordance de phase avec les autres, l'angle β aurait une certaine valeur β_0 (fig. 5). Lorsque la machine prend de l'avance, l'angle β augmente : donc $\cos(\varphi + \beta)$ diminue, du moins tant que l'on a $\varphi + \beta < \pi$.

Par conséquent, en-deçà de cette limite, $\mathfrak{E}_1$ croit variation favorable à la stabilité, puisque, la charge augmentant sur l'arbre du moteur, celui-ci tendra à se ralentir.

Supposons, au contraire, que la machine se mette en retard; l'angle β diminuera à partir de β_0; $\cos(\varphi + \beta)$ augmentera, $\mathfrak{E}_1$ diminuera ; variation également favorable à la stabilité; et cela, tant qu'on aura $\varphi + \beta > 0$.

Ainsi les variations du travail $\mathfrak{E}_1$ sont celles d'un régime stable tant que les écarts de

Digitized by Google

la machine dans un sens et dans l'autre ne dépassent pas les limites fixées par la double inégalité :

$$0 < \varphi + \beta < \pi.$$

Pour que le régime soit le plus stable possible, il faut que la valeur normale de $\varphi + \beta$, qui est $\varphi + \beta_0$, soit également éloignée des deux vaieurs limites o et π, c'est-à-dire que l'on ait :

(13) $$\varphi + \beta_0 = \frac{\pi}{2}.$$

C'est une condition analogue à celle qu'on a trouvée dans le cas de deux machines, et elle va nous conduire à des résultats semblables.

D'abord le problème géométrique est absolument le même. Prolongeant AG jusqu'en P, on déduit de la condition (13) :

$$\overline{PD}^2 = AP \times GP.$$

D'où la construction que l'on connaît pour obtenir le point D satisfaisant à la condition.

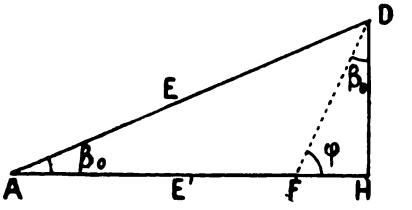


Fig. 6.

Le calcul de l aussi est analogue. On a :

$$HD = mlI_1.$$

Or I_1 est ici le courant fourni par la machine *en marche normale*, c'est-à-dire la n^e partie du courant total I; donc :

$$HD = ml\frac{I}{n}.$$

D'autre part :

$$HD = HP + HD.$$

Pour HP, les triangles semblables GHP, AFG donnent :

$$\frac{HP}{FG} = \frac{GH}{AF},$$

d'où :

$$HP = \frac{rI_1}{RI} \times mLI = \frac{r}{nR} \times mLI.$$

Pour PD, on a :

$$\overline{PD}^2 = AP \times GP.$$

D'ailleurs :

$$\frac{GP}{AP} = \frac{rI_1}{RI + rI_1} = \frac{\frac{r}{n}}{R + \frac{r}{n}};$$

donc :

$$\overline{PD}^2 = \frac{\frac{r}{n}}{R + \frac{r}{n}} \times \overline{AP}^2$$

Mais en appelant Φ l'angle FAG $\left(\text{tg}\,\Phi = \frac{mL}{R}\right)$, il vient :

$$AP = \frac{RI + rI_1}{\cos\Phi} = \frac{\left(R + \frac{r}{n}\right)I}{\cos\Phi}.$$

D'où :

$$PD = \frac{I}{n\cos\Phi}\sqrt{r(nR + r)}.$$

Digitized by Google

Finalement :

$$HD = \frac{I}{n}\left[\frac{r}{R} \times mL + \frac{1}{\cos\Phi}\sqrt{r\,(nR + r)}\right]$$

et par conséquent :

$$(14) \qquad ml = \frac{r}{R} \times mL + \frac{1}{\cos\Phi}\sqrt{r\,(nR + r)}.$$

En faisant $n = 2$ dans cette relation, on retrouve la relation (6).

Introduisons maintenant la condition $\varphi + \beta_0 = \frac{\pi}{2}$ dans l'expression de $\mathfrak{E}_1$; il vient :

$$(15) \qquad \mathfrak{E}_1 = \frac{E}{2K}\,[E\cos\varphi + E'\sin(\beta - \beta_0)].$$

Pour que les variations de $\mathfrak{E}_1$ avec β soient le plus grandes possible, il faut que le facteur $\frac{E'}{K}$ soit le plus grand possible. Or on voit sur la figure (5) que, si l'on diminuait HD, sans toucher aux autres lignes de la figure, AD diminuerait, c'est-à-dire que, E' restant constant, E décroîtrait en même temps que l. Donc, inversement, E restant constant, E' augmentera si l'on diminue l. D'autre part, $K = \sqrt{r^2 + m^2 l^2}$ décroît avec l. Par conséquent, le facteur $\frac{E'}{K}$ sera d'autant plus grand que l sera plus petit. Mais la relation (14) montre que la valeur à donner à l décroît en même temps que L.

On a donc intérêt, au point de vue de la stabilité, à rendre le coefficient de self-induction L du circuit extérieur aussi faible que possible.

Supposons que ce coefficient soit nul ou négligeable, la relation (14) devient :

$$ml = \sqrt{r\,(nR + r)}.$$

$nR + r$ est ce qu'on peut appeler la résistance totale pour une machine en marche normale ; car on peut imaginer le circuit extérieur divisé en n circuits de résistance nR, chacun d'eux étant parcouru par le courant d'une machine. — $nR + r$ est donc le rapport de la force électromotrice de la machine au courant qu'elle produirait si elle n'avait pas de self-induction : c'est une constante de la machine. Posons :

$$nR + r = R'.$$

La relation précédente s'écrira :

$$ml = \sqrt{rR'}.$$

Cette formule n'est autre que la formule (9), trouvée dans le cas de deux machines, et les lettres ont exactement la même signification : elle est *indépendante de n*. Par conséquent, lorsque la self-induction du circuit extérieur est nulle, *la valeur de l qui donne le maximum de stabilité est indépendante du nombre des machines accouplées.*

La stabilité dans le couplage devient ainsi une qualité inhérente à la machine, étant donné qu'on fait marcher celle-ci dans des conditions bien déterminées de voltage et de débit [1]. Nous ajouterons que cette qualité peut toujours être obtenue artificiellement, en

[1] Nous avons dit (voir l'*Electricien* du 7 octobre) que cette qualité devait appartenir aux machines dont l'induit *ne contient pas de fer*. A la vérité, nous n'osons l'affirmer absolument ; car les renseignements numériques nous manquent. Mais il est facile aux constructeurs de s'en assurer en mesurant le coefficient de self-induction de leurs machines.

Rappelons à ce propos la signification des lettres qui entrent dans la formule :

$$ml = \sqrt{rR'} :$$

$m = \frac{2\pi}{T}$, $\frac{1}{T}$ étant la fréquence du courant ;

l, coefficient de self-induction de l'armature de la machine ;

r, résistance de l'armature de la machine ;

R', résistance *totale* du circuit lorsque la machine marche isolément, dans les conditions normales de voltage et de débit (le circuit extérieur n'ayant pas de self-induction).

Digitized by Google

intercalant dans le circuit de la machine soit une bobine de self-induction, soit un condensateur.

Voyons enfin ce que devient l'expression du travail $\mathfrak{E}_1$ dans le cas où le coefficient L est nul. Nous ferons le calcul en regardant E' comme une constante. La droite AG (fig. 5) vient se confondre avec AF, de sorte qu'on a :

$$E' = RI.$$

Le triangle GHD de la figure 5 vient suivant FHD (fig. 6), et l'on a :

$$E \cos\beta_0 = AH = \left(R + \frac{r}{n}\right) I.$$

Donc :

$$\frac{E'}{E\cos\beta_0} = \frac{R}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nR}{R'}$$

En se reportant à l'expression (15), on obtient ainsi :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K}\left[\cos\varphi + \frac{nR}{R'}\cos\beta_0 \sin(\beta - \beta_0)\right]$$

Mais $\cos\varphi = \frac{r}{K}$, et $\cos\beta_0 = \sin\varphi = \frac{ml}{K}$; donc :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2K^2}\left[r + \frac{nR}{R'} ml \sin(\beta - \beta_0)\right]$$

D'ailleurs $ml = \sqrt{rR'}$, et $K^2 = r^2 + m^2l^2 = r(r + R')$; de sorte qu'il vient finalement :

$$\mathfrak{E}_1 = \frac{E^2}{2(r + R')}\left[1 + \frac{nR}{\sqrt{rR'}} \sin(\beta - \beta_0)\right].$$

Le travail de la machine en marche normale est :

$$\frac{E^2}{2(r + R')}.$$

Le coefficient de $\sin(\beta - \beta_0)$ est d'autant plus grand que la résistance intérieure r est plus petite : on a donc intérêt, au point de vue de la stabilité, à rendre cette résistance aussi faible que possible.

En résumé, les conditions favorables à la stabilité dans le couplage de n alternateurs sont exactement celles que nous avons trouvées pour le cas de deux alternateurs, savoir :

Une faible self induction dans le circuit extérieur;

Une faible résistance intérieure dans les machines;

Un coefficient de self induction, pour les machines, déterminé par une certaine relation [la relation (14)], laquelle se réduit, quand le circuit extérieur n'a pas de self-induction, à :

$$ml = \sqrt{rR'}.$$

J. STANER.

Erratum à l'article précédent: Page 241, 9e ligne, au lieu de $\mathfrak{E}_2 = 2\mathfrak{E}$, lire $\mathfrak{E}_2 = -2\mathfrak{E}$.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 octobre 1893

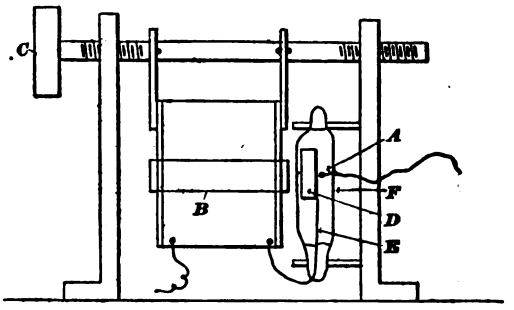
Sur le transport électrique de la chaleur, par M. L. Houllevigue. — La différence de potentiel entre un corps conducteur et le fer n'a pas la même valeur suivant que ce dernier est aimanté ou neutre. Si l'on considère un circuit formé par du fer et un autre conducteur non magnétique, du cuivre par exemple, et si on suppose les deux soudures fer-cuivre infiniment éloignées, la force électromotrice du système est nécessairement nulle. Mais, si l'on place un aimant au voisinage d'une des soudures, la différence de potentiel fer-cuivre correspondante se modifie par suite de l'aimantation du fer, tandis qu'elle garde, à l'autre soudure, la même valeur. Le système devrait donc fonctionner comme pile, ce qui est impossible puisqu'il n'y a aucune absorption permanente d'énergie. Il est donc nécessaire que la variation de force électromotrice qui se produit à l'une des soudures, du fait de l'aimantation, ait, du même fait, une compensation dans le reste du circuit ; cette compensation se produit nécessairement dans les parties magnétiques, et l'on doit admettre qu'elle consiste en une variation continue de potentiel entre les tranches inégalement aimantées.

C'est ce résultat que l'auteur a cherché à vérifier expérimentalement en caractérisant ces variations continues de potentiel par des dégagements ou des absorptions de chaleur. Il a constaté qu'il y a toujours dégagement de chaleur lorsque le courant va des régions neutres aux régions aimantées, et absorption de chaleur dans le cas contraire.

M. Houllevigue en conclut qu'entre deux tranches inégalement aimantées il existe, du fait de l'aimantation, une différence de potentiel en faveur de la tranche dont le magnétisme est le plus faible. M.

Nouvelle méthode de réglage de l'énergie électrique, par M. Farlan Moore[1]

On cite souvent, comme exemple typique de la naïveté de certains inventeurs, cet électricien qui proposait, pour doubler la puissance lumineuse que l'on peut produire par un courant donné, d'interrompre le courant à intervalles très rapprochés dans une lampe, en le faisant passer, à ces moments-là, dans une seconde lampe. Le courant passait donc la moitié du temps dans chaque lampe et notre homme concluait que, grâce à la persistance des sensations lumineuses, l'effet serait le même que s'il était continu. Ce n'est pas plus difficile que cela. Le malheur est que la théorie, confirmée par expérience, montre que la quantité de lumière dépend uniquement, dans ce cas, du travail dépensé dans l'unité de temps, quelle qu'en soit la répartition à un moment donné, c'est-à dire qu'une lampe d'un demi-ampère donnera la



même lumière si l'on y fait passer un courant d'un ampère avec de nombreuses interruptions dont la durée totale soit égale à trois fois la durée totale des passages du courant. (L'énergie croît comme le carré du courant, il faut donc que le courant passe pendant le *quart* du temps total.)

Cette histoire nous est remémorée par une nouvelle invention américaine due à M. Moore. Cet électricien ne se propose pas d'allumer deux lampes au lieu d'une avec le même courant, mais il propose de faire marcher des lampes de bas voltage sur des réseaux à voltage plus élevé, en les munissant d'un interrupteur automatique, un simple trembleur électromagnétique,

[1] *American Institut of electrical Engineers*, septembre 1893

Digitized by Google

qui coupe le courant pendant une fonction de sa période de vibration. Le courant ne passant pas tout le temps, on obtient le même effet, ou, inversement, on réduit la puissance d'une lampe donnée avec un voltage donné.

M. Moore pense ainsi que l'on réalisera le bénéfice des transports électriques à potentiels élevés, sans avoir à employer des lampes d'une construction coûteuse et peu pratiques jusqu'ici.

Pour éviter l'action destructive des étincelles, l'inventeur place l'armature de son trembleur dans une ampoule vide ; dans ces conditions, dit-il, les contacts en platine durent très longtemps.

La figure 1 représente l'appareil d'essai employé par M. Moore. C'est un électro-aimant ordinaire B, dans lequel le courant est amené par l'intermédiaire de la palette en fer D, où aboutit l'une des extrémités de l'enroulement, et par le contact A. Cette palette et les contacts sont enfermés dans l'ampoule vide F. On peut régler l'intensité du champ, la période et par suite, la durée des interruptions, en rapprochant l'électro de son armature par la vis C.

Il est tout naturel, pour l'application pratique aux lampes, de profiter de l'ampoule même de ces dernières pour y loger l'armature; l'électro se place alors dans la douille. M. Moore donne, du reste, un grand nombre de dispositifs ; il termine sa communication en indiquant que les étincelles ainsi produites dans le vide, donnent lieu à une lumière phosphorescente qu'il se propose d'utiliser pour l'éclairage. Cette prétention est peut-être excessive ; néanmoins, la première application nous a paru assez ingénieuse et assez utile pour être signalée. E. M.

INDEX

La Lumière électrique (21 octobre 1893)

Alternateur de la Société « L'Éclairage électrique », par F. Guibert. — Description de l'alternateur établi par M. Labour en vue de remplacer la machine de Méritens dans le service des phares. Cet alternateur est à basse tension et auto-excitateur. L'article de M. Guibert en donne non seulement la description, mais encore une étude complète au point de vue du rendement.

Travail et rendement des moteurs alternatifs asynchrones monophasés par A. et J. Boissonnas. — Les auteurs exposent un procédé de calcul applicable à tous les moteurs asynchrones à courant alternatif. Ils ne traitent, dans ce premier article, que le cas le plus simple, qui est celui du moteur monophasé.

Applications mécaniques de l'électricité, par G. Richard. — Sous cette rubrique se trouvent décrits l'appel d'incendie de Decrow, le tableau d'appel pour hôtels de M. Van Hœvenberg, l'appel de sûreté pour protection des portes de Sauer et Hentschiel, la haveuse de Hirst, la perforatrice de Taylor et les appareils hydrothermiques de MM. Beehler, Mason et Mac-Lucas, destinés à remplacer les explosifs dans les mines grisouteuses.

Le nouvel appel de stations de H. Wetzer, par E. Zetsche. — Cet appareil est destiné aux appels dans les bureaux télégraphiques et pourrait être facilement approprié aux lignes téléphoniques. Il diffère complètement des appareils du même genre employés jusqu'ici et est basé sur l'emploi de pendules qui, en oscillant, provoquent la fermeture du circuit d'une pile locale sur la sonnerie. — M.

La Lumière électrique (28 octobre 1893)

A propos de la théorie des machines à champ tournant. — Dans cette étude, dont la première partie constitue ce premier article, l'auteur s'occupe de la théorie des machines à champ tournant en donnant à l'appui de cette théorie les résultats de quelques expériences personnelles.

D'après M. Boucherot, la seule manière rationnelle de poser le problème est de ne considérer que des circuits ayant entre eux des coefficients d'induction mutuelle variables et des coefficients de self-induction constants.

Le transport d'énergie électrique de Tivoli à Rome, par P. Marcillac. — L'auteur continue la description très complète de cette importante installation. Son premier article a paru dans le numéro du 7 octobre.

Les lampes à arc, par Richard. — Quelques types de lampes à arc sont décrits successivement : la lampe différentielle de Crompton et Pochin; celle de M. Davis dont le mécanisme est commandé par une dynamo régulatrice ; la lampe double à compensateur de Hunter construite par la Compagnie Thomson-Houston ; la lampe à charbon oscillant de Turbayne. Il termine par une description sommaire du projecteur portatif militaire de M. R.-A. Scott.

Pompe rotative à mercure, par F. Schultze Berge. — Traduction de l'article publié dans les *Wiedemann's Annalen*. Dans cet article, l'auteur décrit la pompe pneumatique rotative de son invention, qui permet de produire un vide très élevé en un temps très court.

Application de l'électrolyse à l'analyse qualitative, par Ch.-A. Kohn. — Tel est le titre d'une communication faite par l'auteur à l'Association britannique pour l'avancement des sciences et dont la *Lumière Electrique* publie la traduction.

L'auteur examine l'application des procédés électrolytiques de Bloxam et de Wolff à la recherche de certains poisons minéraux : antimoine, mer-

Digitized by Google

cure, plomb, cuivre et cadmium. Il donne ensuite la description d'un procédé permettant de rechercher les poisons métalliques dans l'urine, et termine en disant que c'est en combinant judicieusement les méthodes électriques avec les procédés ordinaires du laboratoire que l'on pourra abréger les recherches, et en même temps disposer de moyens d'essai plus sûrs et plus délicats. — M.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE (25 octobre 1893)

Le tableau de distribution de la Westinghouse C°, par E. H. — Description de l'installation d'éclairage électrique de la Compagnie Westinghouse à l'Exposition de Chicago.

Sur le choix des compteurs, par M. Claude. — Conclut à l'emploi, dans la plupart des cas, des ampères-heure-mètres au lieu de watts-heure-mètres, en raison de leur coût moindre.

Le matériel de distribution par courants alternatifs de la Société des anciens établissements Cail. — Description illustrée des alternateurs et transformateurs Cail-Helmer.

Les tuyaux isolants pour canalisations intérieures, par J. Laffargue. — Description illustrée du matériel l'« Interior conduit and insulation C° de New-York » (système Hurlbut), application de ce système à Paris.

L'industrie électrique en Suisse. Eclairage de la ville de Zug, par E. V. — Description du réseau, de l'usine et des installations hydrauliques. Conditions économiques. — E. M.

GÉNIE CIVIL (28 octobre 1893)

Les projections électriques de la place de l'Opéra pendant les fêtes franco-russes, et les projecteurs électriques modernes, par M. C. Tainturier. — Description des projecteurs à miroir parabolique de la maison Breguet, de la lampe à arc spéciale employée comme source lumineuse, et du dispositif de commande à distance utilisé pour effectuer les mouvements d'orientation et d'inclinaison.

La mesure du rendement des dynamos, par R.-P. Bouquet. — L'auteur expose la méthode de détermination du rendement des dynamos, attribuée à M. Swinburne, et qui ne nécessite que l'emploi de voltmètres et d'ampèremètres ordinaires.

L'auteur discute cette méthode et fait voir comment on peut éviter certaines causes d'erreur, inévitables quand on ne procède pas d'une manière judicieuse.

Cette méthode de mesure étant appliquée de diverses façons, suivant les expérimentateurs qui l'emploient, M. Bouquet prend un exemple numérique et montre les différences dans les résultats obtenus, en procédant comme l'indique M. Swinburne, ou comme le fait M. Rechniewski, ou enfin comme il propose de le faire.

L'auteur termine en disant que la méthode de mesure appliquée comme il l'indique est plus exacte que celle de M. Rechniewski et aussi précise que celle de M. Swinburne. — M.

ELECTRICIAN (27 octobre 1893)

Les douilles de lampes à incandescence (*suite*). — Description illustrée des principaux types anglais et américains.

Théorie et pratique des piles primaires, par M. W. R. Cooper (*suite*). — Description et étude expérimentale d'un grand nombre de piles employées actuellement; nombreuses courbes de décharge. Etude spéciale des piles sèches.

L'impédance des circuits agissant par induction mutuelle, par M. Kennelly. — Extension de constructions graphiques appliquées antérieurement au cas de circuits sans induction mutuelle; formule générale des courants et force électro-motrice dans les deux circuits; applications numériques.

Parafoudre Ajax. — Description illustrée d'un nouveau parafoudre dû à M. Blackwell.

L'éclairage artificiel des ateliers, par M. Dobson. — Extrait d'une conférence faite à la Société des ingénieurs mécaniciens le 25 octobre. — E. M.

ELECTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT (27 octobre 1893)

L'usine centrale de Bockenheim, par Uppenborn. — Étude complète des installations de l'usine centrale de la ville de Bockenheim exécutées sous les auspices de la maison Lahmeyer et C^ie^.

La caractéristique de cette entreprise réside dans l'emploi simultané de deux modalités du courant électrique : le courant continu de basse tension appliqué à l'éclairage et aux moteurs d'une puissance inférieure à 3 chevaux et les courants polyphasés sous une tension de 660 volts destinés aux électromoteurs asynchrones industriels de plus de 3 chevaux. On fait également usage d'accumulateurs. Nombreuses figures dans le texte et plan d'installation. — D.

ELECTRICAL WORLD (21 octobre 1893)

La neutralisation de la self-induction, par la capacité, par A. Lunt. — Démonstration analytique simple de la relation bien connue.

L'impédance des circuits ayant de l'induction mutuelle, par A. Kennelly. — (Voir *Electrician*.)

Les transmissions par cordes, par J. Flather. — Commencement d'une étude de la question, rappel des principaux travaux antérieurs publiés en Angleterre et aux Etats-Unis.

La construction des moteurs à courant alternatif, par M. Kolben (*suite*). — Etude théorique et pratique des moteurs monophasés et biphasés, détermination des éléments de construction et de fonctionnement.

Les installations électriques de Milwaukee (*suite*). — Description des usines d'éclairage et de tramways, à l'occasion de la réunion dans cette ville des membres de l'Association des membres de l'Association des Tramways.

L'électricité à l'Exposition de Chicago. — Suite d'une série d'études sur les parties les plus remarquables de l'Exposition : Description des installations de l'*Electrical forging Com-*

Digitized by Google

pany de Boston, de la Compagnie *Electron* (dynamos, moteurs, élévateurs électriques, etc.), de la Compagnie du Phonographe et de la Compagnie de Greeley (construction d'appareils électriques).

L'entretien des lignes aériennes de tramways, par J.-B. Cahonn. — Etude pratique sur les conditions d'exécution et d'entretien des conducteurs aériens des lignes de tramways électriques.

Les essais de transformateurs, par H. Norris. — Résumé très complet des diverses études sur la question; indication des meilleures méthodes et appareils à employer.

Le point de fusion des fils de cuivre, par C. Lincoln. — Détermination expérimentale du courant correspondant à la fusion de fils de cuivre de différents diamètres.

Comparaison des capacités inductives spécifiques, par F. Iddings. — Description d'un diapason entretenu électriquement à 280 vibrations par seconde, qui permet de mesurer avec une faible pile, des capacités très faibles, en envoyant dans le galvanomètre les courants successifs de décharge.

L'accumulateur au chlorure. — Description des accumulateurs Laurent Cély transplantés sous ce nom aux Etats-Unis et employés sur les lignes de tramways de la *Metropolitan C°*, à Washington.

Electromètre Kennely. — Description d'un voltmètre électrostatique à suspension bifilaire et amortisseur à huile destiné à servir d'étalon pour les usines fonctionnant à 600 ou 1 500 volts, continus ou alternatifs.

RÉGLEMENTATION DES CANALISATIONS D'ÉLECTRICITÉ

(*suite et fin*[1])

Circulaire ministérielle concernant la réglementation des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale.

Paris, le 1er septembre 1893.

« Monsieur le Préfet,

« L'Administration des Travaux publics a le devoir d'imposer à l'établissement et au fonctionnement des conducteurs de l'électricité sur la grande voirie les précautions nécessaires pour protéger le public circulant et les riverains contre tout danger, et pour faire en sorte que les courants électriques n'occasionnent directement ou indirectement aucun dommage aux chaussées ou aux ouvrages établis dans le sous-sol.

« Jusqu'à présent les préfets, agissant conformément aux instructions spéciales qui leur étaient données par le ministre des Travaux publics à l'occasion de chaque demande, ont, dans l'arrêté portant permission de grande voirie pour chaque distribution électrique, prescrit les mesures de précaution jugées nécessaires dans l'espèce et d'après la décision du ministre.

« L'expérience acquise depuis dix ans dans les applications industrielles de l'électricité permet aujourd'hui de formuler dans un règlement général les prescriptions qui correspondent aux circonstances ordinaires de la pratique, et de laisser à l'administration préfectorale le soin de statuer directement sur chaque demande de ce règlement. On n'aura plus ainsi à recourir à l'Administration supérieure que dans des cas exceptionnels, et l'instruction de la plupart des demandes pourra se faire plus rapidement.

« Deux formes de règlement général sont possibles : 1° le règlement d'administration publique, délibéré en Conseil d'État, applicable de droit à tout le territoire; 2° l'arrêté préfectoral, rédigé suivant un type uniforme, rendu exécutoire simultanément dans tous les départements.

« Il serait prématuré d'édicter aujourd'hui un règlement d'administration publique. La science électrique fait des progrès si rapides que l'Administration devra certainement modifier, à intervalles rapprochés, ses prescriptions réglementaires, quelque prudentes qu'elles soient. Il m'a semblé dans ces conditions qu'il convenait de recourir pour le moment à une forme de réglementation plus simple que le décret, c'est-à-dire à la forme de l'arrêté préfectoral.

« A la suite d'une étude approfondie faite par une Commission d'ingénieurs compétents, puis, par le Conseil général des Ponts et Chaussées, j'ai adopté le modèle d'arrêté reglementaire annexé à la présente circulaire. Vous voudrez bien, monsieur le Préfet, prendre un arrêté conforme à ce modèle. Cet arrêté sera daté du 15 septembre 1893. Il sera publié et affiché dans la forme ordinaire et inséré au *Recueil des actes administratifs* de votre préfecture.

« Les règles à suivre pour la forme des demandes et pour l'exécution des travaux de premier établissement ont été, à quelque différence près, imitées de celles qui sont en vigueur pour les permissions de grande voirie, en vertu de l'arrêté pris dans votre département en exécution de la circulaire du 20 septembre 1858. Toute demande devra être accompagnée des documents propres à faciliter son instruction et que seul le demandeur peut fournir.

« La demande et les documents devront (art. 2) être fournis en trois expéditions, non compris celle à adresser au directeur des postes et télégraphes par application du décret du 15 mai 1888. Une des trois expéditions est destinée à l'ingénieur ordinaire, la deuxième à l'ingénieur en chef, et la troisième à votre préfecture. Avec les moyens aujourd'hui en usage, le demandeur n'aura pas de peine à se conformer à cette prescription dont l'objet est de rendre plus rapide l'instruction de l'affaire et d'assurer la fidèle reproduction d'indications d'un caractère technique spécial.

[1] Voir *Électricien*, n° 149, p. 306.

Digitized by Google

« Le permissionnaire ne devra pas seulement vous faire connaître exactement la consistance de sa distribution électrique telle qu'il l'aura projetée (art. 3) et telle qu'il l'aura réellement exécutée (art. 5 et 6); il devra aussi (art. 7 et 12) tenir le service du contrôle informé des développements qu'il aura successivement donnés à ses installations en cours d'exploitation. L'ingénieur en chef aura d'ailleurs (art. 6) la faculté de réduire la fourniture des dessins quand les travaux ne comporteront que des dispositions très simples.

« Aux termes de l'article 4, vous aurez, monsieur le Préfet, à désigner dans chaque cas particulier le service d'ingénieur qui sera chargé de contrôler et de surveiller les travaux et l'exploitation du permissionnaire. Ce service, sera en général, celui sur le domaine duquel sont situés les travaux. Lorsqu'une distribution électrique s'étend à la fois sur des routes nationales et sur le domaine public fluvial ou maritime, c'est le service le plus intéressé qui sera chargé du contrôle : les ingénieurs du contrôle se concerteront dans ce cas, suivant les formes ordinaires, avec les ingénieurs des autres services intéressés, pour les travaux à faire sur les voies de ces autres services.

« Le permissionnaire devra vérifier périodiquement et, en outre, toutes les fois qu'il en sera requis par l'ingénieur du contrôle, l'état électrique de sa distribution (art. 8). Les résultats des vérifications seront consignés sur un registre. Les ingénieurs auront ainsi le moyen de s'assurer que la conductibilité et l'isolement des conducteurs ne sont pas assez inférieurs aux limites indiquées par la demande et par l'arrêté d'autorisation.

« Les ingénieurs et agents du contrôle devront pouvoir pénétrer à l'intérieur des usines où se trouvent les appareils d'électricité, pour y reconnaître notamment si le voltage et l'intensité du courant ne dépassent pas les limites indiquées et pour y procéder aux expériences et épreuves nécessaires. Une importance particulière a été attachée à cette clause, et le permissionnaire devra prendre d'avance l'engagement explicite de s'y conformer.

« Un engagement préalable lui est également demandé en ce qui concerne les frais que pourront nécessiter les travaux, levers de plans, essais de vérification qui, dans un intérêt de sécurité publique, auraient dû être faits d'office à son compte.

« Le modèle d'engagement est annexé à l'arrêté préfectoral réglementaire et sera publié et affiché au bas de cet arrêté. Cet engagement servira éventuellement de titre à l'Administration pour poursuivre, par toutes voies de droit, le recouvrement des frais.

« Vous pourrez, monsieur le Préfet, autoriser l'établissement des supports des conducteurs aériens (art. 14) sur le bord de la voie publique quand il ne devra en résulter aucune gêne pour la circulation. Mais, quand on voudra installer des supports sur la chaussée, c'est l'Administration supérieure qui statuera.

« Les conducteurs aériens (art. 16) seront toujours mis hors de la portée du public. Des précautions spéciales devront être prises à cet effet quand il s'agira de courants alternatifs quelconques ou de courants continus de plus de 400 volts. Dans la traversée des lieux habités, les conducteurs ne pourront être nus que si la tension électrique n'excède pas certaines limites, 400 volts en courant continu et 120 volts en alternatif.

« Les conditions indiquées pour l'établissement des conducteurs souterrains sont conformes aux règles généralement suivies.

« L'article 22 interdit explicitement et d'une manière générale l'emploi de la terre pour le retour du courant. Cette interdiction est d'ailleurs prononcée par l'Administration des postes et télégraphes (Décret du 15 mai 1888).

« Les prescriptions du nouveau règlement ne visent que les cas ordinaires. Il est possible que les demandeurs aient, dans certaines circonstances, un intérêt sérieux à y déroger et trouvent des dispositions spéciales qui fassent disparaître les dangers contre lesquels le règlement a entendu prémunir le public. L'Administration supérieure, saisie des demandes de dérogation en vertu de l'article 24, examinera ces demandes avec le désir de concilier les exigences de la sécurité publique avec les convenances de l'industrie électrique.

« L'Administration supérieure devra également être consultée quand les industriels voudront employer des courants d'un très haut voltage exigeant des précautions spéciales.

« L'article 25 stipule la réserve habituelle du droit des tiers.

« Le nouveau règlement (art. 27) n'aura pas d'effet rétroactif : toute distribution existant actuellement continuera à jouir du bénéfice de l'autorisation qui lui a été accordée ; toutefois elle sera *de plano* soumise aux prescriptions du nouveau règlement relatives au contrôle de l'exploitation.

« En outre, dès que, par suite d'une circonstance quelconque, les conditions de l'autorisation primitive devront être modifiées, la nouvelle réglementation deviendrait intégralement applicable.

« L'arrêté d'autorisation que vous aurez à prendre, monsieur, le Préfet, sur chaque demande d'installation nouvelle à la suite du rapport des ingénieurs, visera l'arrêté général réglementaire du 15 septembre 1893 et déterminera les conditions techniques et administratives spéciales dont l'instruction aura démontré la convenance. Il stipulera le retrait de l'autorisation en cas de dérogation à ces conditions ou aux prescriptions de l'arrêté général ou en cas de violation de l'engagement pris en conformité du modèle annexé à l'arrêté général.

« Vous voudrez bien remarquer que la nouvelle réglementation n'est pas applicable aux conducteurs sur lesquels les trains de chemins de fer ou de tramways ou les bateaux, mus par l'électricité, recueillent directement les courants qui actionnent leurs machines. Les conditions d'établissement et de fonctionnement de ces conducteurs seront arrêtées dans chaque cas par les décisions spéciales de l'autorité chargée du contrôle des chemins de fer, tramways ou bateaux en question.

« J'adresse ampliation de la présente circulaire à MM. les ingénieurs.

« Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

« *Le ministre des Travaux publics*,

« VIETTE. »

Digitized by Google

Circulaire ministérielle concernant la réglementation des distributions d'électricité sur la grande voirie départementale.

Paris, le 2 septembre 1893.

« Monsieur le Préfet,

« Je vous ai adressé, par circulaire du 1er septembre courant, des instructions et un modèle d'arrêté préfectoral pour réglementer l'établissement et le fonctionnement des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale, au point de vue de la sécurité de la circulation et de la conservation des ouvrages.

« Il me paraît convenable de soumettre au même régime les distributions d'électricité sur la grande voirie départementale.

« Je vous prie, en conséquence, de prendre, pour les routes départementales, un arrêté réglementaire, identique à celui que vous aurez pris pour le domaine public de la grande voirie nationale, sauf les modifications ci-après indiquées :

« Dans les visas, on supprimera celui de l'arrêté interministériel du 3 août 1878, relatif aux occupations du domaine public national.

« A l'article 1er, on remplacera les mots *sur la grande voirie nationale* par les mots *sur les routes départementales.*

« Les dispositions de l'article 26 relatives aux redevances à payer à l'État seront remplacées par les dispositions analogues réglant les redevances à la Caisse départementale.

« Le service ordinaire des ponts et chaussées étant chargé du service des routes départementales dans votre département sera naturellement désigné dans chaque arrêté d'espèce, par application de l'article 4 de l'arrêté général, pour exercer le contrôle des conducteurs d'électricité établis sur ces routes. Toutefois, dans le cas où une distribution d'électricité s'étendrait principalement sur le domaine public fluvial ou maritime et n'emprunterait les routes nationales et départementales que sur une faible partie de son développement, il conviendrait de confier intégralement le contrôle au service de la navigation intérieure ou maritime.

« Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

« *Le ministre des Travaux publics,*
« VIETTE. »

Arrêté portant règlement pour l'établissement et le fonctionnement des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale.

(Extrait de la circulaire de M. le Ministre des Travaux publics, du 1er septembre 1893).

Le préfet du département de...

Vu les lois et règlements qui ont pour objet la conservation du domaine public et la sécurité de la circulation publique, notamment;

L'édit de décembre 1607;

L'arrêt du Conseil d'État du 27 février 1865;

L'article 2 de la section III de la loi du 22 décembre 1789, janvier 1790, et l'article 3 de la loi du 28 pluviôse an VIII ;

L'article 29 du titre 1er de la loi des 19-22 juillet 1791;

Les lois des 29 floréal an X et 23 mars 1842 ;

Vu l'arrêté préfectoral du 1er décembre 1859, concernant les permissions de grande voirie;

Vu l'arrêté des ministres des Travaux publics et des Finances, en date du 3 août 1878, relatif aux occupations du domaine public national.

Arrête :

Article premier. — L'établissement et le fonctionnement des conducteurs d'électricité sur la grande voirie nationale sont assujettis aux dispositions du présent arrêté en ce qui concerne la sécurité de la circulation publique et la conservation des ouvrages, sans préjudice de l'application des lois et règlements de grande voirie, des lois et règlements ressortissant au service des postes et télégraphes, notamment du décret du 15 mai 1888, et enfin, quand il y a lieu, des prescriptions additionnelles des actes de concession des distributions d'électricité.

Toutefois, l'établissement et le fonctionnement des conducteurs sur lesquels les trains de chemins de fer ou de tramways, ou les bateaux, mus par l'électricité, recueillent directement les courants qui actionnent leurs machines, continuent à être exclusivement soumis aux conditions prescrites tant par l'autorité chargée du contrôle desdits chemins de fer, tramways ou bateaux, que par le service des postes et télégraphes.

CHAPITRE PREMIER

PRESCRIPTIONS ADMINISTRATIVES

Art. 2. — *Forme des demandes.* — Tout concessionnaire d'une distribution d'électricité qui veut établir les conducteurs de sa concession sur la grande voirie, tout particulier qui veut établir sur la grande voirie des conducteurs pour le service exclusif d'un immeuble dont il est propriétaire, usufruitier ou locataire, doit en faire la demande au préfet dans la forme prescrite par l'arrêté préfectoral du 1er décembre 1859 concernant les permissions de grande voirie.

Lorsqu'il s'agit d'une concession municipale de distribution d'électricité, empruntant la grande voirie, la demande est présentée par le maire, et la permission est accordée, s'il y a lieu, à la commune, avec faculté de rétrocession aux concessionnaires choisis par elle.

Les demandes doivent être produites en trois expéditions dont chacune sera accompagnée des documents spécifiés ci-après et dont une seule sera sur papier timbré.

Art. 3. — *Documents à produire à l'appui des demandes.*

Toute demande doit être accompagnée :

1° Des plans, profils, dessins et mémoires justificatifs nécessaires pour définir l'emplacement, la nature, le mode d'installation, les constantes électriques et l'isolement des conducteurs projetés, ainsi que les précautions prises contre leur échauffement;

2° D'un engagement conforme au modèle annexé au présent arrêté;

3° Du consentement écrit des propriétaires riverains aux maisons desquels devront être fixés les supports des conducteurs aériens.

Les plans, profils, dessins et mémoires doivent notamment définir :

1° Pour les conducteurs aériens;

A. Le type des supports, leurs dimensions, l'emplacement de chacun d'eux, avec toutes justifications concernant leur solidité, la solidité des conducteurs,

Digitized by Google

les efforts exercés sur les points d'attache sous l'action du poids des conducteurs et du vent, le mode d'entretien, etc ;

B. Le type d'isolateur proposé ;

2° Pour les conducteurs souterrains :

A. La situation respective de canalisation projetée et des autres canalisations déjà en place, tels que égouts, conduites d'eau, d'air comprimé ou de gaz et conducteurs d'électricité ; cette situation sera définie par des plans et par des coupes suffisamment nombreuses et bien choisies indiquant les parties où les conducteurs électriques seront à moins de 0,50 m de masses métalliques ou d'autres conducteurs électriques ;

B. Les types de câbles et le système d'installation.

Art. 4. — *Formes et délivrance des autorisations.* — Les autorisations sont données et délivrées dans la même forme que les permissions de grande voirie.

L'arrêté d'autorisation désigne, dans chaque cas, le service d'ingénieur en chef et les services d'ingénieur ordinaire qui sont chargés du contrôle, en ce qui concerne la grande voirie nationale. L'exécution des travaux est subordonnée à l'observation des règles indiquées aux articles 5 et 6 ci-après.

Art. 5. — *Documents à produire avant l'exécution des travaux de premier établissement.* — Avant l'exécution de tout travail, le permissionnaire doit remettre contre reçu, à l'ingénieur en chef du service du contrôle, les dessins de détails, complémentaires des dessins généraux produits à l'appui de la demande, avec plans, profils et mémoires explicatifs, le tout en triple expédition.

Art. 6. — *Exécution des travaux de premier établissement.* — Le permissionnaire ne peut commencer les travaux qu'après avoir reçu l'avis écrit de l'approbation, par l'ingénieur en chef, des dessins mentionnés à l'article précédent ou une lettre de ce chef de service déclarant qu'il n'y a pas lieu à production de dessins complémentaires.

Il doit, au moins huit jours à l'avance, prévenir l'ingénieur ordinaire du contrôle de la date à laquelle les travaux seront commencés, afin que le tracé en soit vérifié. Il doit également le prévenir de leur achèvement en vue de leur récolement.

Art. 7. — *Documents à produire après exécution des travaux de premier établissement.* — Le permissionnaire doit remettre à l'ingénieur en chef du contrôle, un mois au plus après l'achèvement de chaque section de conduite principale ou de chaque branchement, un plan et des profils et dessins exactement conformes à l'exécution, indiquant, avec les cotes nécessaires pour repérer la conduite et ses accessoires par rapport à des points déterminés de la surface, le tracé de la conduite en plan, son profil en long ainsi que les coupes et détails de construction, le tout en ce qui concerne la grande voirie. Sur le plan et les profils, le permissionnaire doit indiquer les masses métalliques et leur destination, ainsi que les parties de canalisations dont la distance à ces masses métalliques est inférieure à 0,50 m.

Une notice explicative indique les constantes électriques du courant, la résistance, la section et l'isolement de chaque conducteur avec justifications à l'appui.

Si le permissionnaire ne s'est pas conformé à ces prescriptions dans le délai d'un mois, ou si les plans et documents produits sont inexacts ou incomplets, l'ingénieur en chef le met en demeure de faire le nécessaire, en lui donnant un délai supplémentaire de quinze jours.

Passé ce nouveau délai, l'ingénieur en chef fait constater la non-exécution et peut faire procéder d'office à l'établissement des plans et documents ci-dessus définis, aux frais du permissionnaire.

Art. 8. — *Essais.* — Des essais d'isolement, ou tout autres prescrits par le contrôle, doivent être faits, avant toute mise en service, par le permissionnaire, en présence de l'ingénieur ou de son délégué ; les résultats en sont consignés par des procès-verbaux certifiés par le permissionnaire et visés par l'ingénieur ou son délégué.

Art. 9. — *Mise en service.* — Les conducteurs ne peuvent être mis en service qu'après notification au permissionnaire du procès-verbal de récolement prévu à l'article 36 de l'arrêté réglementaire du 1er décembre 1859, concernant les permissions de grande voirie, sans préjudice de l'accomplissement des autres obligations imposées par l'acte de concession.

Art. 10. — *Vérification de l'état des conducteurs pendant l'exploitation.* — Le permissionnaire est tenu de vérifier l'état électrique, la résistance et l'isolement des conducteurs le plus souvent possible et, en tous cas, au moins une fois par trimestre pendant la première année, au moins une fois par an pendant les années suivantes, et, à un moment quelconque, à toute réquisition de l'ingénieur du contrôle.

Les vérifications requises par l'ingénieur du contrôle sont faites en présence et sous la direction d'un agent de contrôle à ce délégué par lui.

Les résultats de chaque vérification sont consignés sur un régistre dont le modèle est arrêté par l'ingénieur en chef et qui doit être présenté aux agents du contrôle à toute réquisition.

Art. 11. — *Exécution des travaux partiels pendant l'exécution.* — Dans l'exploitation de conducteurs électriques régulièrement établis, l'exécution de toute fouille sur la voie publique doit être, au préalable, autorisée par lettre de l'ingénieur ordinaire du contrôle.

Pour l'établissement des branchements nouveaux, le permissionnaire doit adresser, trois jours au moins à l'avance, une demande en double expédition à l'ingénieur ordinaire du contrôle. La demande spécifie la jonction, la longueur du branchement, la section et l'isolement des conducteurs avec toutes justifications à l'appui.

Si, dans les trois jours, le permissionnaire n'a pas reçu avis contraire, il peut exécuter les travaux en se conformant aux indications de sa demande.

En cas d'avarie subite ou d'accident, le permissionnaire peut exécuter les fouilles nécessaires, à charge, dans les vingt-quatre heures, de justifier l'urgence et de remplir les formalités indiquées ci-dessus.

Art. 12. — *Mise annuelle au courant du plan du réseau.* — Chaque année, dans la première quinzaine de janvier, le permissionnaire doit adresser à l'ingénieur en chef un état dûment signé, indiquant les modifications, additions ou suppressions apportées au réseau, tant à la canalisation principale qu'aux branchements sur la grande voirie.

Digitized by Google

Il y joint les plans ou extraits de plans nécessaires à la mise à jour du plan du réseau déposé au bureau de l'ingénieur en chef, en conformité de l'article 7 ci-dessus.

Art. 13. — *Surveillance.* — Les ingénieurs et agents chargés du service du contrôle ont le droit d'entrer dans les usines contenant les appareils d'électricité, pour y faire procéder en leur présence aux expériences et épreuves de contrôle intéressant l'application du présent règlement sur la sécurité de la voie publique.

CHAPITRE II

PRESCRIPTION TECHNIQUES SPÉCIALES AUX CONDUCTEURS AÉRIENS

Art. 14. — *Supports.* — Les supports ne peuvent être établis sur le domaine public qu'à la condition de n'apporter aucune gêne à la circulation et de présenter toute garantie de solidité.

Ils doivent être placés, en général, aussi près que possible de la limite du domaine public.

Aucun support ne sera établi sur la chaussée, si ce n'est en vertu d'une autorisation du ministre des Travaux publics.

Art. 15. — *Isolateurs.* — Les conducteurs doivent être placés sur isolateurs. Le type d'isolateur est soumis à l'approbation préalable du préfet, sur le rapport des ingénieurs du contrôle, lorsque la différence de potentiel entre les conducteurs doit dépasser 200 volts en courant alternatif, ou 400 volts en courant continu.

La distance entre les deux isolateurs consécutifs ne doit pas être supérieure à 100 m.

Art. 16. — *Conducteurs.* — § 1er. — Les conducteurs doivent avoir une résistance suffisante à la traction pour qu'il n'y ait aucun danger de rupture sous l'action des efforts qu'ils ont à supporter.

§ 2. — Ils doivent être inaccessibles au public.

§ 3. — Lorsque les courants sont alternatifs, ou lorsque, dans le cas de courants continus, la différence de potentiel entre les conducteurs dépasse 400 volts, le permissionnaire doit munir les supports de dispositions spéciales, pour empêcher, d'une façon absolue, les passants d'atteindre les conducteurs.

§ 4. — Lorsque les conducteurs sont établis sur des voies plantées, les arbres sont élagués aux frais du permissionnaire, sous la direction du service du contrôle, de façon à laisser toujours au moins 1 m entre les conducteurs et les branches voisines.

§ 5. — Tout conducteur traversant une voie publique terrestre doit être tenu à 8 m au-dessus du sol; l'angle qu'il fait avec la direction de la voie ne doit pas être inférieur à 60 degrés. A la traversée des rivières et canaux navigables, la hauteur des parties les plus basses des conducteurs, au-dessus des plus hautes eaux navigables, doit être d'au moins 17 m; toutefois, une hauteur minima plus grande peut être prescrite par les arrêtés d'autorisation, lorsqu'il s'agit de traverser une rivière habituellement parcourue par des navires de mer. A la traversée des bras de mer, chenaux et bassins maritimes, et à celle de la partie maritime des fleuves, les conducteurs aériens sont interdits.

§ 6. — Les points d'attache des conducteurs qui suivent longitudinalement les voies publiques sont à 6,50 m au moins au-dessus du sol, et les conducteurs eux-mêmes ne doivent, en aucun point, être à moins de 6 m au-dessus du sol.

§ 7. — Dans la traversée des lieux habités, les conducteurs électriques sont, en outre, soumis aux règles suivantes:

1° Les conducteurs de la canalisation principale prennent généralement leur appui aux maisons riveraines; ils doivent être placés à 1 m au moins des façades, 0,50 m au moins au-dessus des fenêtres les plus élevées, et, en tous cas, en dehors de la portée des habitants. S'ils passent au-dessus d'un toit en terrasse, ils doivent être à une hauteur de 2,50 m au moins au-dessus du point le plus élevé. L'emploi des conducteurs nus n'est autorisé que quand la différence de potentiel entre les conducteurs ne dépasse pas 120 volts en courant alternatif, ou 400 volts en courant continu.

2° Les conducteurs faisant branchement particulier doivent être recouverts d'un isolant, depuis la canalisation principale jusque dans l'intérieur de l'immeuble à desservir;

§ 8. — Lorsqu'un conducteur est recouvert d'un isolant, les matières employées pour obtenir l'isolement doivent être telles qu'elles ne soient pas sujettes à des changements nuisibles d'état physique ou de constitution, par la chaleur ou les intempéries. La matière isolante doit avoir une épaisseur d'au moins 0,0025 m et être garantie suffisamment à l'extérieur contre la détérioration ou l'usure par frottement.

CHAPITRE III

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES SPÉCIALES AUX CONDUCTEURS SOUTERRAINS

Art. 17. — *Conditions d'établissement.* — § 1er. — La canalisation doit être établie sous trottoirs, en dehors des chaussées, à une profondeur minimum de 0,60 m.

§ 2. — Les conducteurs électriques doivent être placés dans des conduites en matière résistante et durable; toutefois, les câbles armés peuvent être directement placés dans le sol.

§ 3. — Dans tous les cas, le type de câble et le système d'installation doivent être, au préalable approuvés par le préfet, sur le rapport des ingénieurs du contrôle.

§ 4. — Il est fait exclusivement usage de câbles dans les cas suivants:

1° Lorsqu'il y a intérêt, pour la sécurité de la circulation publique ou la conservation des ouvrages, à maintenir l'isolement prévu;

2° Lorsque les conducteurs rencontrent fréquemment, sur leur parcours, des conduites métalliques d'eau, de gaz, d'air comprimé ou d'électricité, déjà autorisées, ou qu'ils se trouvent à moins de 0,50 m de ces conduites;

3° Lorsqu'ils sont placés dans des conduites métalliques:

4° Lorsque le trottoir a moins de 2 m de largeur.

§ 5. — Les conduites, quelle que soit leur nature doivent être établies de manière à éviter l'introduction des eaux. Des précautions doivent être prises, en outre, pour assurer l'évacuation des eaux en cas d'introduction accidentelle.

§ 6. — Pour la traversée des voies, les conducteurs peuvent être placés sous chaussée, moyennant des dispositions telles qu'il soit possible de visiter et de remplacer les conducteurs sans faire

Digitized by Google

de fouilles dans la chaussée Dans ce cas, la canalisation doit présenter des conditions spéciales de solidité.

Art. 18. — *Voisinage des conduites de gaz.* — Lorsque, dans le voisinage des conducteurs électriques, il existe des conduites de gaz, et que ces conducteurs ne sont pas placés directement dans le sol, le permissionnaire doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la ventilation régulière de la conduite renfermant les câbles électriques et éviter l'accumulation du gaz.

Art. 19. — *Regards.* — Les regards établis par le permissionnaire ne doivent renfermer ni tuyaux d'eau, de gaz, d'air comprimé, etc., ni conducteurs d'électricité appartenant à un autre permissionnaire.

Les regards doivent être disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Les plaques des regards doivent être isolées électriquement.

Art. 20. — *Branchements.* — Les conducteurs électriques formant branchements particuliers doivent être recouverts d'un isolant protégé mécaniquement, d'une façon suffisante, soit par l'armature du câble conducteur, soit par des conduites en matière résistante et durable.

Art. 21. — *Isolement électrique.* — Le réseau doit être disposé de façon à ce qu'on puisse débrancher les abonnés et diviser en parties la canalisation principale.

Dans chaque partie de cette canalisation, la résistance d'isolement entre les conducteurs et la terre, exprimée en ohms, ne doit jamais être inférieure à $5E^2$, E désignant la différence maximum de potentiel entre les conducteurs, exprimée en volts.

CHAPITRE IV

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. 22. — *Retour du courant par la terre.* — Il est interdit d'employer la terre pour le retour du courant.

Art. 23. — *Transformateurs.* — Aucun transformateur ne doit être placé sur la voie publique à moins d'autorisation spéciale.

Art. 24. — *Exceptions.* — Les demandes relative à des installations comportant des courants de tension supérieure à 10000 volts, ou des dispositions techniques non définies au présent règlement, ou des dérogations à ce règlement, sont réservées à l'examen et à la décision du ministre des Travaux publics.

Art. 25. — *Responsabilité du permissionnaire.* — Nonobstant les autorisations obtenues, le permissionnaire est responsable vis-à-vis des tiers des accidents qui résulteraient de ses travaux ou de la présence de ses conduites et des conducteurs électriques qu'elles contiennent.

Art. 26. — L'occupation du domaine public de la grande voirie nationale par les conducteurs d'électricité aériens ou souterrains donne lieu à la perception, au profit du Trésor, des redevances qui sont établies et perçues conformément aux prescriptions de l'arrêté des ministres des Finances et des Travaux publics, en date du 3 août 1878.

Art. 27. — *Mode de constatation des contraventions.* — Les contraventions au présent règlement et aux arrêtés spéciaux portant autorisation d'installations électriques, rendus par application de ses prescriptions, sont constatées par les ingénieurs, conducteurs, commis et autres agents assermentés des ponts et chaussées.

Art. 28. — *Publication et exécution du règlement.* — Le présent arrêté sera publié et affiché en la forme ordinaire. Il sera, en outre, inséré au *Recueil des Actes administratifs* du département.

Les ingénieurs en chef des services des ponts et chaussées dans le département sont chargés, chacun en ce qui le concerne, d'en surveiller et d'en assurer l'exécution.

CHAPITRE V

DSIPOSITION TRANSITOIRE

Art. 29. — *Installations existantes.* — Les installations autorisées antérieurement au présent règlement peuvent être maintenues dans les conditions de leur autorisation.

Toutefois les prescrisptions du présent règlement, autres que celles relatives aux dispositions matérielles des conducteurs et autres ouvrages sont immédiatement applicables à ces installations.

Fait à. . *Le préfet.*

Demande d'autorisation d'établissement de conducteurs électriques sur la grande voirie.

ENGAGEMENT A JOINDRE A LA DEMANDE

MODÈLE

Je soussigné [1], demeurant à et faisant élection de domicile à , rue , n°

Demandeur d'une autorisation pour établir des conducteurs électriques sur [2]

Lesdits conducteurs électriques étant destinés à [3]

Me soumets et m'engage :

1° A observer toutes les conditions qui me seront imposées par le préfet pour l'établissement et le fonctionnement desdits conducteurs électriques ;

2° A laisser pénétrer dans les usines et établissements contenant les appareils d'électricité les ingénieurs et agents chargés du service du contrôle, conformément aux articles 4 et 13 du règlement établi par arrêté préfectoral du pour y faire procéder, en leur présence et à mes frais, à toutes les expériences et épreuves intéressant l'application des règlements et la sécurité de la voie publique ;

[1] Nom et prénoms. S'il s'agit d'une distribution qui fait l'objet d'une concession municipale, mettre : « Je soussigné (*nom et prénoms*), maire de la commune d , agissant en cette qualité. »

[2] Indiquer les voies de grande voirie empruntées. S'il s'agit d'une distribution qui fait l'objet d'une concession municipale, mettre :

« Demandeur, au nom de ladite commune, d'une autorisation pour établir des conducteurs électriques sur »

[3] S'il s'agit d'un usage privé, mettre :

» Destinés au service exclusif d'un immeuble sis à , rue n° , dont je suis propriétaire (*ou* usufruitier, *ou* locataire). »

S'il s'agit d'une concession pour l'usage du public, mettre suivant le cas :

« Destinés à une distribution de lumière, en vertu de la concession donnée par délibération du Conseil municipal d en date du

ou « Destinés à une distribution de force (*ou* d'électricité pour usages industriels), en vertu de la concession donnée par le décret (*ou* la loi) du

Digitized by Google

3° A payer, dans la quinzaine de la présentation des rôles arrêtés par le préfet, sauf recours au ministre des Travaux publics, les frais des travaux levés de plans, essais, vérifications et opérations, qui auraient été faits d'office à mon compte par l'Administration, en exécution du susdit arrêté préfectoral du dans l'intérêt de la circulation et de la sécurité du public.

Je reconnais que l'observation rigoureuse du présent engagement est une condition déterminante de l'autorisation, et qu'en cas d'inexécution de cet engagament l'autorisation pourrait m'être retirée sans que j'aie droit à réclamation.

Fait en triple expédition, dont une sur timbre, pour être joint à ma demande en date du , conformément à l'article 3 de l'arrêté préfectoral réglementaire du [1]

[1] Lieu, date et signature.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Le tramway de la place de la République à Romainville. — Le décret homologuant la concession de cette ligne a paru au *Journal officiel* il y a quelques mois déjà. Depuis, un silence de tombe s'est fait autour de cette entreprise. Qu'a décidé la Compagnie concessionnaire relativement au mode de traction? La traction animale est d'ores et déjà écartée. Il reste bien d'autres systèmes au choix.

Il nous est revenu, de différents côtés, que les procédés électriques seront adoptés, avec usine centrale et établissement de conducteurs du courant sous la voie. Un projet de chenal métallique aurait, paraît-il, été proposé, mais n'aurait pas reçu l'agrément de l'Administration des Ponts et Chaussées et aurait été renvoyé à correction à ses auteurs.

Une maison anglaise se serait chargée d'établir et d'équiper cette ligne acceptant en échange des obligations de la Société concessionnaire.

Cette Société concessionnaire a-t-elle une existence réelle? Vous entendez quel sens nous attachons à cette question. — D.

Le service de la télégraphie militaire aux grandes manœuvres de 1893. — Dans une longue étude sur les grandes manœuvres de 1893, la *Revue du cercle militaire* s'exprime en ces termes au sujet du service de la télégraphie militaire:

« Le personnel de la télégraphie est certainement aujourd'hui le plus militarisé parmi ceux des services auxiliaires mixtes et il n'est pas le moins utile ni le moins occupé.

« Les officiers semblent avoir le goût et la pratique du cheval. Dans tous les cas, on peut dire que les distances ne les effrayent pas, à en juger par la rapidité avec laquelle ils établissaient chaque jour de nombreux kilomètres de lignes.

« Ainsi, par exemple, dans la première division de cavalerie, les cantonnements étaient quelquefois assez étendus en raison de la difficulté de loger et de faire boire les chevaux. Néanmoins, deux heures après l'arrivée au gîte, les brigades étaient reliées télégraphiquement entre elles et avec le quartier général de la division. De tels résultats se passent de commentaires. » — M.

L'électricité à Lausanne. — Le Conseil municipal de la ville de Lausanne a été saisi d'un projet de distribution électrique de la force et de la lumière. On se propose d'emprunter environ 1 200 chevaux de force à la rivière la Grande-Eau, à 40 km de Lausanne. Cette force serait utilisée pour alimenter environ 5 000 lampes de 16 bougies pendant la nuit, et pendant le jour à faire fonctionner des tramways électriques ou des moteurs domestiques en même temps qu'à élever l'eau destinée à alimenter la ville. — M. L.

Contre-poids appliqué à la traction des tramways sur la rampe. — L'*Engineering Review* de septembre décrit un système ingénieux employé depuis quelque temps à Washington: il s'agit d'un contrepoids destiné à diminuer le travail nécessaire pour faire gravir des rampes un peu fortes à des voitures de tramways.

Une rampe de 15 à 16 0/0 et d'environ 300 m de longueur était à gravir: on disposa au-dessous de la voie deux rails sur lesquels roule un chariot pesant une dizaine de tonnes auquel est attaché un câble passant sur une poulie placée au sommet de la rampe.

Le poids du chariot équilibre à peu près celui d'une voiture vide. A la descente, la voiture accroche l'extrémité du câble au moyen d'un mécanisme particulier et le contrepoids monte pendant que la voiture descend, empêchant ainsi celle-ci de prendre une accélération trop considérable, les freins n'ont plus alors à agir que d'une façon modérée. Au bas de la rampe le conducteur manœuvre un levier qui dégage le câble. A la montée, les connexions se font en sens inverse, le contrepoids en redescendant contribuant à l'effort moteur. On peut ainsi facilement gravir des rampes de 20 0/0.

Il est évident que, les actions de montées et de descentes formant un cycle complet, le seul travail total se réduit à celui des frottements très faibles du câble sur les poulies. Pour que

Digitized by Google

le système fonctionne d'une façon régulière, il suffit que les voitures montantes alternent avec les voitures descendantes.

Le système s'applique à tous les genres de tramways : avec la traction animale il y a là une question d'humanité en même temps que de rapidité ; avec la traction mécanique il y a économie de la force employée, d'une part, à élever les voitures et, d'autre part, à faire fonctionner les freins.

Le cas le plus avantageux nous semble celui de la traction électrique par accumulateurs ; les éléments n'ayant plus qu'à fournir le courant nécessaire à la marche et aux démarrages en paliers, pouvant être réduits en poids et fatiguant moins. Il semble que la première dépense assez considérable d'installation de la voie souterraine et du câble serait rapidement couverte par l'économie de puissance et d'entretien des batteries. Les tramways électriques des lignes Saint-Denis-Opéra et Madeleine ont à gravir des rampes sur lesquelles l'expérience serait intéressante à tenter. — M. L.

Navigation électrique sur les canaux de Venise. — Les touristes qui visitent la reine de l'Adriatique auront peut-être le plaisir de faire leurs excursions en canot électrique. La Compagnie qui expose à Chicago les bateaux électriques qui font le service dans le lac intérieur de l'Exposition aurait vendu quelques-unes de ces embarcations à une Compagnie qui se propose de les transporter à Venise. — E.

Les courants polyphasés aux États-Unis. — La première installation d'un réseau à courants triphasés fournissant à la fois l'éclairage et la force motrice a été faite dernièrement à Camford dans le New-Hampshire. La génératrice et l'unique moteur actuellement en service ont été construits à Lynn par la « General Electric C° » — E.

La téléphonie à grande distance aux États-Unis. — Une ligne d'une longueur totale de 1 200 km vient d'être ouverte sur la côte du Pacifique, entre les États-Unis et la Colombie anglaise. Elle relie les villes de Spokane, Portland, Vancouver, Seattle, etc. C'est la seconde ligne du monde pour la longueur ; elle n'est dépassée que par la ligne New-York-Chicago, qui a 1 500 km. — E.

Traction électrique à Genève. — La Compagnie de l'*Industrie électrique* à Genève construit en ce moment 8 voitures munies de moteurs de 20 chevaux à simple réduction, destinées à la ligne Champel-Petit-Saconnex. Cette ligne d'une longueur de 5,5 km traverse Genève ; elle est exploitée par le système à trolley et conducteur aérien. La même Compagnie construit, en outre, 20 voitures destinées à Dijon. — E.

L'éclairage au gaz par le bec Auer. — Un journal alsacien, l'*Express*, nous apporte une nouvelle qui ne peut manquer d'intéresser tous ceux qui se préoccupent du mode d'éclairage le plus avantageux et le plus hygiénique :

« Dans la séance du Conseil municipal de Vienne du 9 août dernier, M. de Gœtz, conseiller, a donné lecture du rapport du service des constructions sur la question d'introduction du gaz à incandescence Auer dans les écoles de la ville.

« Il résulte de ce rapport que les becs Auer subissent une diminution successive de lumière qui ne peut être paralysée, même par le remplacement fréquent des manchons ; qu'en outre la clarté et la couleur de la lumière attaquent fortement la rétine de l'œil, surtout au commencement ; enfin, que la casse fréquente des cylindres est capable de devenir un danger pour les personnes.

« Conformément à ce rapport, il a été proposé par le référend de décliner l'introduction du gaz à incandescence Auer dans les écoles.

» Le Conseil a pris connaissance desdits rapports et propositions, et a adhéré à ces conclusions. »

Si l'on considère que Vienne est le berceau du bec Auer, on a le droit d'être frappé de la décision qui vient d'être prise par le Conseil municipal de cette ville.

Au moment où les myopies et les faiblesses de la vue tendent de plus en plus à se développer, on ne saurait prendre trop de précautions au sujet de l'éclairage dans les lycées comme dans toutes les maisons d'école. — M.

Répartition des orages sur le globe. — L'endroit du globe où le tonnerre gronde le plus souvent, dit le *Cosmos*, semble être Java, où l'on compte 97 jours plus ou moins orageux par année. Après Java vient Sumatra avec 86 jours ; puis l'Hindoustan avec 56 ; Bornéo avec 54 ; la côte d'Or avec 52, et Rio-de-Janeiro avec 51.

En Europe, c'est l'Italie qui occupe la première place avec 38 jours d'orage ; l'Autriche en a 23 ; le grand-duché de Bade, le Wurtemberg et la Hongrie, 22 ; la Silésie, la Bavière et la Belgique, 21 ; la Hollande, la Saxe et le Brandebourg, 17 ou 18 ; la France et le Sud de la Russie, 16 ; la Grande-Bretagne et la Suisse, 7 ; la Norvège, 4 ; le Caire, 3.

Dans le Turkestan oriental et dans les régions polaires, les phénomènes orageux sont extrêmement rares. La limite septentrionale de la zone où l'on entend le tonnerre passe par le cap Ogle, l'Islande, Novaja-Semlya (Nouvelle-Zemble) et la côte de la mer de Sibérie. Au delà, jamais l'éclair ne sillonne les nues. — M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 151 18 Novembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A LONDRES

Nous nous proposons de passer ici en revue les principaux types de stations centrales, et d'étudier les différents systèmes de distribution employés dans l'éclairage électrique de Londres.

Commencé il y a à peine cinq ou six ans, l'éclairage électrique a pris, dans la capitale de l'Angleterre, une extension vraiment extraordinaire, malgré les difficultés d'établissement imposées par le Board of Trade et malgré le prix dérisoire du gaz.

Dans la plupart des quartiers de Londres, les Westry ont autorisé les compagnies d'éclairage ou à canaliser souterrainement, ou à poser des fils aériens en passant par-dessus les maisons, après s'être préalablement entendues avec les propriétaires des immeubles. Ce dernier système, qui permet d'établir des réseaux de distribution très facilement et à très bon marché, est relativement peu employé, à cause des conditions draconiennes édictées par le Board of Trade, en ce qui concerne la portée et l'armature des câbles. Pour les réseaux souterrains, le Board ne laisse pas, non plus, de tracasser les compagnies électriques, afin que les câbles, quoique placés dans des canaux spéciaux et parfaitement isolés, soient suffisamment éloignés des conduites de gaz.

Aujourd'hui, il nous est assez difficile de définir d'une manière précise quel est le prix du kilowatt moyen à Londres.

Toutefois, nous pouvons dire que, dans les quartiers riches de la capitale où s'effectue la plus grande consommation d'énergie, il est dans les environs de 0,70 fr. Le prix du gaz dans ces quartiers est, en moyenne, de 0,10 fr le mètre cube.

L'éclairage à incandescence jouit d'une faveur marquée sur l'arc, dans les grands établissements susceptibles d'employer ces deux modes d'éclairage. Ceci est bien fait pour nous surprendre, si on pense qu'une lampe à incandescence de 10 à 32 bougies coûte d'achat près de 4 fr, à cause du monopole de la Compagnie Swan Edison.

Il n'existe que très peu d'éclairage public, et son extension menace de rester longtemps stationnaire, car on est convaincu à Londres, dans les milieux officiels, que l'éclairage à arc des grandes surfaces donne de très mauvais résultats pendant la saison des brouillards. Cependant on a fait quelques essais dans Tottenham Court Road, qui, au mois de novembre dernier, pendant de forts brouillards, nous ont paru donner des résultats bien supérieurs à ceux obtenus avec les becs de gaz intensifs.

Les Compagnies d'électricité sont régies par un règlement adopté par le Board of Trade, d'après les actes de 1882 et 1888, spéciaux à la Metropolitan Electric Supply (1889). Nous donnons ci-dessous le texte de cet arrêté.

DÉFINITIONS

Dans les arrêtés suivants, on entend :

1° Par « règlements », les règlements de la Metropolitan Electric Supply Company, West London ;

2° Par « entrepreneurs », les entrepreneurs chargés de distribuer l'énergie d'après ces règlements ;

Digitized by Google

3° Par « consommateur », toute personne à qui les entrepreneurs doivent fournir l'énergie ;

4° Par « bornes », les extrémités de la ligne de service apportant l'énergie au domicile du consommateur ;

5° Par « ligne du consommateur » toute ligne située au domicile du consommateur et mise en communication par les bornes avec les lignes de service ;

6° Par « conducteur aérien », tout conducteur placé au-dessus de la surface du sol et en plein air ;

7° Par « pression ou tension », la différence de potentiel qui existe entre deux conducteurs à travers lesquels passe le courant, ou bien entre un conducteur et le sol. La pression dans un circuit à courant alternatif est équivalente à la pression dans un circuit à courant continu, quand elle produit les mêmes effets calorifiques dans un fil métallique fin ou dans un fil de charbon.

a. Si le débit de l'énergie est tel que la pression n'excède pas 300 volts si le courant est continu, ou, ce qui est l'équivalent, 150 volts si le courant est alternatif, le courant est dit « à basse tension ».

b. Si la pression dépasse les limites du courant à basse tension sans toutefois excéder 3 000 volts, si le courant est alternatif, le courant est dit « à haute tension ».

c. Si la pression dépasse 3 000 volts ou l'équivalent de 3 000 volts, le courant est dit « à tension extraordinaire ».

Les différents appareils sont nommés, suivant la valeur de la pression qu'ils sont appelés à supporter : appareils à basse, à haute pression ou à pression extraordinaire.

Dans le cas d'un conducteur souterrain placé dans un conduit, on dit que le conducteur est à basse pression quand la différence de potentiel qui existe entre le conducteur et le sol ne dépasse pas 300 volts si le courant est continu, et 150 volts si le courant est alternatif ; ou bien quand la différence de potentiel entre ce conducteur et un autre conducteur placé dans le voisinage ne peut dépasser 500 volts si le courant est continu, ou 250 s'il est alternatif.

Mettre en communication franche avec le sol un conduit, un support, un conducteur ou tout autre corps métallique, c'est le mettre en contact avec les conduites d'eau des maisons, ou, si cela est impossible, avec une masse métallique dont la surface totale ne doit pas être moindre de 4 pieds carrés, et qui doit être enfoncée dans le sol humide à une profondeur d'au moins 3 pieds. La communication doit être faite au moyen d'un conducteur ayant la même résistance mécanique et offrant aux décharges le même passage qu'un toron de sept fils de fer galvanisé n° 16, B. W. G.

Par « amende quotidienne », on entend l'amende que les entrepreneurs doivent payer pour chaque jour où ils laissent subsister une contravention au présent arrêté, tout en ayant connaissance de cette contravention.

I. — Règlement pour la sûreté du public

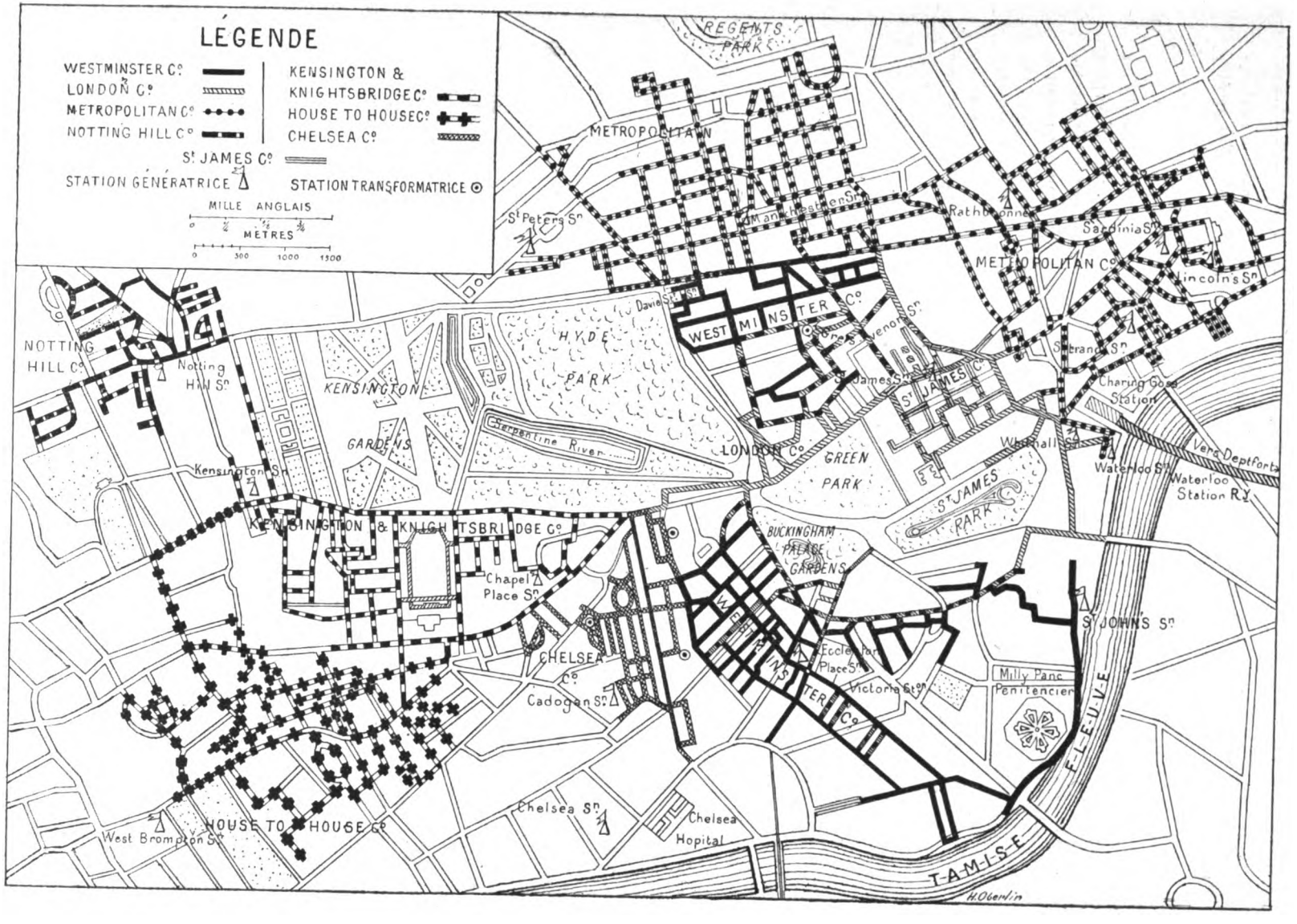
GÉNÉRALITÉS

1° Excepté dans les cas ci-dessous indiqués, l'énergie doit être distribuée à basse tension ;

2° L'énergie ne sera distribuée à haute tension que pour des usages déterminés. Une demande doit être adressée à ce sujet par le consommateur et les entrepreneurs au Board of Trade, qui délivrera l'autorisation, tout en se réservant le droit de prescrire tous les règlements qu'il jugera nécessaires ;

3° Un courant à tension extraordinaire ne peut être transmis qu'aux stations de

Digitized by Google



Digitized by Google

distribution et aux bâtiments uniquement occupés par les entrepreneurs, avec la permission écrite du Board of Trade et sous les conditions prescrites par le règlement arrêté.

CONDUCTEURS

4° Le courant maximum qui puisse passer dans un conducteur doit être insuffisant pour élever la température de ce conducteur de façon à en modifier les conditions physiques ou à altérer la résistance des enveloppes isolantes. La température ne doit donc jamais dépasser 30 degrés Fahrenheit. On établira un appareil automatique qui rende impossible toute élévation de température supérieure à 30 degrés, même pour un temps très court. On prendra spécialement soin de rendre la section du fil et sa conductibilité assez grandes pour éviter l'élévation de température aux jonctions, et de les préserver de la corrosion ;

5° Si une portion de conducteur est placée de façon à pouvoir être endommagée par la foudre, on doit la recouvrir d'une enveloppe protectrice d'un modèle approuvé par le Board of Trade ;

6° Quand un conducteur à haute pression doit être placé à la surface du sol, sans être toutefois un conducteur aérien, on doit le protéger par un conduit de brique ou de maçonnerie, ou par une enveloppe métallique mise en communication avec le sol ;

7° Quand un conducteur à haute tension est posé en égout ou dans le même conduit qu'un conducteur à basse pression, il doit être complètement revêtu d'une solide enveloppe métallique mise en communication avec le sol ;

8° Quand un conducteur à haute pression est placé à moins de 18 pouces d'un conducteur à basse pression ou de la surface du sol, ou bien quand on place un conducteur à basse tension à moins de 18 pouces d'un conducteur à haute pression précédemment posé, il faut éviter que le conducteur à basse pression ou que la surface du sol ne se chargent électriquement par un courant de dérivation ;

9° Tout conducteur à haute pression doit être isolé par une matière inaltérable, que l'on devra protéger par une armature contre toute action extérieure. Il faut, de plus, après la mise en position des conducteurs, vérifier la résistance de cette isolation, avant que l'on ait effectué les embranchements des lignes de service.

Cette résistance, sous une pression d'essai de 100 volts, ne doit pas être moindre de 100 000 ohms par mille pour chaque volt de pression. Les entrepreneurs enregistreront les résultats de ces essais pour chaque conducteur ou section de conducteur et devront en tout temps laisser leurs registres à la disposition d'un inspecteur électricien qui les examinera et en prendra copie ;

10° La résistance de l'isolation d'un circuit complet, y compris tous les appareils qui y sont réunis, tant pour produire et pour consommer l'énergie que pour en mesurer la valeur quand le circuit est parcouru par un courant à haute pression, doit être telle que, si l'on prend une résistance de 2 000 ohms, les pertes de courant ne dépassent pas 0,04 ampère si le courant est continu, et 0,02 ampère si le courant est alternatif.

Ce circuit doit être muni d'un appareil approuvé par le Board of Trade, qui indique toutes les variations de la résistance de l'enveloppe isolante.

Chaque circuit doit être essayé au moins une fois par semaine, et le résultat de ces essais sera consigné sur un registre que les entrepreneurs devront laisser à la disposition d'un inspecteur ;

11° Si, dans un système à courant alternatif, plusieurs conducteurs à haute pression recouverts d'une enveloppe isolante passent dans le même conduit, il faut prendre soin qu'il ne se produise aucune décharge électrique entre les enveloppes isolantes de deux conducteurs voisins. On évitera ces décharges en réunissant les enveloppes au moyen d'un fil conducteur ;

Digitized by Google

CONDUITS

12° Tous les conduits contenant des conducteurs doivent être construits en matériaux assez solides pour résister aux pressions souvent très fortes qu'ils peuvent avoir à supporter ;

13° Quand un conducteur n'est pas isolé dans toute sa longueur, il faut prendre garde que l'eau ne s'accumule dans le conduit et n'arrive jusqu'au niveau des fils;

14° Si un conducteur est posé dans un égout où passent aussi des conduites de gaz, il faut éviter toute accumulation de gaz ;

15° Le système de fermeture des regards doit être tel qu'ils ne puissent être ouverts que par des hommes chargés spécialement de ce soin.

STATIONS DE TRANSFORMATION

16° On appelle station de transformation le point d'un système de distribution où un courant à haute tension, venant des machines génératrices, est transformé en un courant à basse pression que l'on distribue aux consommateurs. Ces stations doivent être établies à des endroits convenables, mais non pas au domicile des consommateurs, et elles sont à la seule charge des entrepreneurs ;

17° Quand un courant est ainsi transformé dans une de ces stations, il faut installer des appareils, approuvés par le Board of Trade, qui empêchent toute différence dangereuse de potentiel de se produire entre les conducteurs de distribution et le sol, par suite d'un contact ou d'une fuite, à l'intérieur ou au dehors de la station de transformation.

DOMICILE DU CONSOMMATEUR

18° Quand l'énergie est distribuée à haute tension, que les appareils de transformation sont installés au domicile du consommateur, réunis aux conducteurs de distribution par des lignes de service à haute pression, et aux fils du consommateur par des lignes de service à basse pression, toutes les parties de ces différents appareils qui se trouvent au domicile du consommateur doivent être complètement enfermées dans des conduits ou des enveloppes métalliques solides, communiquant avec le sol et solidement scellées sur toute leur longueur;

19° Quand l'appareil de transformation est situé au domicile du consommateur, il faut installer un appareil, de modèle approuvé par le Board of Trade, qui rende impossible toute différence dangereuse de potentiel entre les lignes de service et les fils du consommateur, par suite du contact ou d'une fuite au dedans ou au dehors de l'appareil de transformation ;

20° Toutes les bornes, lignes de service à basse tension, et tous les autres appareils qui se trouvent au domicile du consommateur entre le transformateur ou toute autre source d'électricité et les bornes du consommateur doivent être complètement enfermés dans des enveloppes isolantes, de façon qu'aucune partie n'en puisse être touchée directement par personne et que l'isolation n'en puisse être endommagée ;

21° Les entrepreneurs seront responsables du bon état et du bon fonctionnement de toutes les lignes et de tous les appareils qui leur appartiennent ou qui sont sous leur contrôle, tout en étant au domicile du consommateur;

22° Dans la distribution de l'énergie aux lignes du consommateur, les entrepreneurs doivent prendre toutes les précautions possibles pour éloigner toute cause d'incendie ;

23° Si les entrepreneurs sont convaincus, par des essais ou par tout autre moyen, qu'un contact existe quelque part entre un circuit et la terre, que ce contact peut devenir une cause de danger, et qu'il se produit dans une partie du circuit qui ne leur appartient pas, ils doivent envoyer un délégué, dûment autorisé par écrit, chargé de découvrir le

Digitized by Google

point exact où le contact a lieu. Une heure avant de se présenter au domicile du consommateur, il doit donner avis de la visite dont il est chargé. Il coupe la communication entre les lignes de service et les fils du consommateur, puis examine les fils et les appareils appartenant au consommateur ;

24° Si, dans cet examen, le délégué des entrepreneurs découvre qu'un contact existe entre les fils du consommateur et la terre, et que la résistance de ce contact ne dépasse pas 5 000 ohms, ou bien si le consommateur ne donne pas toutes les facilités requises pour cette inspection, les entrepreneurs cessent d'alimenter le consommateur en question, après avoir préalablement donné avis de cet arrêt, et ne recommencent à distribuer l'énergie que lorsqu'ils sont convaincus que le contact avec le sol a été supprimé. Dans le cas où le pouvoir maximum employé par le consommateur dépasse 25 000 watts, les fils doivent être divisés, pour cet essai, en segments séparés dont la résistance doit dépasser 5 000 ohms ;

25° Si un consommateur est mécontent de la façon d'agir des producteurs d'électricité dans l'arrêt ou dans la reprise de l'énergie, les fils de ce consommateur peuvent, à sa demande et moyennant le payement d'un tarif convenu, être essayés par un inspecteur électricien ou par une personne désignée par le Board of Trade. Cette dernière clause doit être consignée sur les notices remises aux consommateurs et faites d'après les données de l'article précédent (24°).

CONDUCTEURS AÉRIENS

26° Un conducteur aérien ne doit jamais être établi à une hauteur moindre de 20 pieds au-dessus du sol ; de 35 pieds, s'il traverse une rue ; il ne doit jamais être à moins de 7 pieds de toute construction autre que son support, à moins qu'il ne pénètre dans une maison, pour les besoins du service ;

27° Les lignes de service par conducteurs aériens doivent être aussi directes que possible, et les isolateurs doivent être attachés solidement à quelque partie du domicile du consommateur, que l'on ne peut atteindre sans l'aide d'une échelle ou d'un autre appareil. Depuis le point d'attache jusqu'aux fils de consommation, la ligne doit être isolée et protégée conformément au précédent article sur les lignes de service au domicile du consommateur (art. 20) ;

28° Tout conducteur aérien doit être attaché à des supports dont les intervalles ne doivent pas dépasser 200 pieds quand la direction est droite, et 150 pieds quand la direction n'est plus rectiligne, ou quand le conducteur fait un angle avec l'horizontale au point d'attache ;

29° Les supports des conducteurs aériens doivent être en matières solides et établis de façon à résister aux forces dues à la pression du vent, aux changements de direction de la ligne, aux distances inégales des supports. Les conducteurs et les fils de suspension (s'il y en a) doivent être solidement attachés à des isolateurs fixés sur des supports.

Le facteur de sûreté pour les conducteurs et les fils de suspension doit être au moins 6, et pour les autres parties de l'armature 12, si l'on prend pour maximum possible de la pression du vent 60 livres par pied carré. Il n'y a besoin de faire aucune addition pour la surcharge que peut donner la neige ;

30° Tout support, s'il est en métal, devra être mis en communication avec le sol ; s'il est en bois ou toute autre matière non conductrice, il devra être protégé par un paratonnerre, le suivant dans toute sa longueur, le dépassant d'au moins 6 pouces, et mis en communication avec le sol ;

31° Quand un conducteur aérien traverse une rue, l'angle que fait le conducteur et la direction de la rue ne doit pas être moindre de 60 degrés, et la longueur de la travée doit être aussi petite que possible ;

Digitized by Google

32° Quand un conducteur aérien, appartenant aux entrepreneurs, est installé de façon à croiser un autre conducteur aérien ou un fil suspendu servant à un autre usage que la distribution de l'énergie, il faut prendre garde que le conducteur ne vienne, par suite d'une rupture ou de toute autre cause, au contact du fil ou de l'autre conducteur ;

33° Tout conducteur aérien à haute tension sera isolé sur toute sa longueur, au moyen d'une matière durable et efficace, approuvée par le Board of Trade, et sur une épaisseur d'au moins 1/10 de pouce. Si la différence de potentiel dans le circuit dépasse 2 200 volts, l'épaisseur de la couche isolante ne doit pas être moindre en pouces et en fractions de pouce que le nombre obtenu en divisant par 2 000 le nombre qui mesure les volts. Cette couche de matière isolante sera ensuite recouverte d'une enveloppe protectrice.

Si cette enveloppe protectrice est en tout ou en partie métallique, il faut la mettre en communication avec le sol ;

34° Les matières employées pour isoler un conducteur aérien à haute pression doivent être telles que leur structure physique ne soit pas altérée quand elles sont exposées à des températures variant entre 0 degré et 150 degrés, ou à l'atmosphère ordinaire des villes et des districts manufacturiers ;

35° Tout conducteur aérien à haute tension doit être attaché à des fils suspendus par des attaches non métalliques, de façon que le poids du conducteur ne produise aucune tension dans le sens de sa longueur.

Les conducteurs isolés et les fils suspendus, quand ils sont attachés à des supports, ne doivent être en contact qu'avec des matières isolantes de très bonne qualité, et doivent être attachés de façon que, s'ils venaient à se rompre, ils ne puissent se détacher du support ;

36° Les entrepreneurs seront responsables de la solidité des supports auxquels les conducteurs seront attachés. Chaque support sera marqué de façon à indiquer le propriétaire du conducteur ;

37° Les entrepreneurs devront examiner avec un soin particulier les conducteurs aériens, les supports et tous les appareils qui y sont réunis, et ils devront les maintenir en bonnes conditions mécaniques et électriques ;

38° Les entrepreneurs ne devront jamais laisser un conducteur aérien installé après qu'il a cessé d'être employé à la distribution de l'énergie, à moins qu'on ne remette ce conducteur en service au bout de quelque temps.

AMENDES

39° Si les entrepreneurs ne remplissent pas les conditions énumérées dans les articles précédents, ils seront passibles d'une amende ne pouvant dépasser 10 livres pour chaque contravention, et d'une amende journalière ne pouvant dépasser 10 livres. — Cette amende, toutefois, ne dispense pas les entrepreneurs de l'obligation de payer des dommages-intérêts proportionnés au préjudice causé par la contravention faite au règlement.

II. — Du débit de l'énergie

1° Une semaine au moins avant d'être prêts à distribuer l'énergie dans les conducteurs, les entrepreneurs doivent en donner avis aux autorités locales ;

2° Depuis le moment où ils ont commencé à distribuer l'énergie, les entrepreneurs doivent en maintenir le débit à un pouvoir suffisant pour tous les besoins des consommateurs, et ce pendant toute la durée fixée par le traité. Le courant doit toujours être, d'ailleurs, à la tension fixée. Pour l'essai des conducteurs, les entrepreneurs pourront être autorisés à arrêter le courant pour telle durée qu'il sera jugé nécessaire. Pour les autres besoins du service, les entrepreneurs peuvent, avec l'autorisation du Board of Trade, arrêter le débit à tels intervalles de temps et pour telle durée que le Board of Trade le jugera

Digitized by Google

nécessaire. Toutes les fois que l'on arrête ainsi le débit de l'énergie, il faut auparavant prévenir les autorités locales de cet arrêt et de sa durée probable ;

3° Le système des conducteurs de distribution doit être disposé en sections, de façon que, s'il devient nécessaire d'arrêter le courant dans une portion du circuit pour plus d'une heure, l'arrêt de l'énergie ne puisse en aucun cas dépasser un pouvoir maximum de 200 000 watts et s'étendre à plus de 80 consommateurs. Excepté dans les cas pressants, on doit toujours prévenir les consommateurs de cet arrêt ;

4° Pendant tout le temps que l'énergie doit être distribuée par les entrepreneurs dans les conducteurs, la pression sera maintenue constante et égale à une tension type (*standard pressure*) que l'on détermine d'avance. Cette pression constante peut être différente pour les diverses parties du système de distribution. La pression dans un conducteur ne doit pas différer de la pression type de 3 0/0 si le débit est à basse tension, et de 2 0/0 si le débit est à haute tension ;

5° Les entrepreneurs devront terminer la pression type pour chaque paire de conducteurs de distribution, avant de commencer à distribuer l'énergie ; ils feront aux autorités locales un rapport indiquant la pression type fixée pour chaque conducteur et ne pourront s'éloigner de cette pression qu'avec la permission des autorités, après avoir donné au public avis de ce changement. Les entrepreneurs peuvent en appeler de la décision des autorités locales auprès du Board of Trade, qui juge sans appel ;

6° Quand les entrepreneurs ont à fournir l'énergie à un consommateur, ils doivent lui déclarer d'avance la pression à laquelle l'énergie lui sera distribuée.

La pression ainsi fixée ne doit pas dépasser 115 volts, ni être moindre de 45 volts si le courant est continu, ou bien l'équivalent si le courant est alternatif. Dans aucun cas la pression ne doit différer de la pression type correspondante.

Dans le système de distribution à trois fils, la borne centrale doit être considérée comme formant un couple avec chacune des bornes extrêmes, de même pour un système à plusieurs fils. — Quand la transformation se fait au domicile du consommateur, on peut lui donner le choix entre l'une ou l'autre des deux pressions, l'une étant approximativement moitié moindre que l'autre ; la pression ainsi choisie par le consommateur devra être maintenue constante ;

7° La variation de pression aux bornes du consommateur ne doit jamais, quelles que soient les conditions du débit, dépasser 4 0/0 de la pression déclarée, que cette variation soit due à la résistance des lignes de service ou des appareils appartenant aux entrepreneurs, à une action produite par des appareils dont le consommateur n'est pas responsable, ou bien à une variation de pression dans les conducteurs d'où partent les lignes de service ;

8° Si les entrepreneurs contreviennent à ces articles, ils seront passibles d'une amende ne dépassant pas 5 livres pour chaque contravention, et à une amende journalière ne pouvant dépasser 5 livres.

Le Board of Trade peut apporter au présent arrêté toutes les modifications qu'il jugera nécessaires. Rien n'autorise les entrepreneurs à poser les conducteurs d'une façon différente de celle ordonnée dans l'acte principal, ou à distribuer l'énergie par un autre système que celui approuvé par le Board of Trade.

(*à suivre.*) Ch. HAUBTMANN.

Digitized by Google

LA TÉLÉGRAPHIE EN FRANCE

Le bureau international des administrations télégraphiques, qui se trouve à Berne, publie chaque année une statistique comparative, de laquelle nous extrayons les chiffres relatifs à la France.

A la fin de l'année 1892, le réseau entier comprenait 103 280 km de lignes, dont 7 155 pour l'Algérie. Le développement en fils conducteurs de ces lignes atteignait 318 733 km.

Le nombre de bureaux ouverts au service intérieur et international était, à la même époque, de 11 081, dont 361 en Algérie. Ces 11 081 bureaux comprenaient 7 564 bureaux de l'État, 3 384 bureaux de chemin de fer ou de compagnies privées et 137 bureaux sémaphoriques. Le service est permanent dans 18 bureaux, de jour complet ou prolongé dans 860, et de jour limité dans 10 203.

17 607 appareils sont installés dans les bureaux et comprennent 12 123 appareils du système Morse, 768 du système Hughes et 4 716 de systèmes divers, parmi lesquels on compte principalement des appareils à cadran et des appareils multiples du système Baudot.

Le nombre de télégrammes expédiés dans le service intérieur, pour l'année 1892, est de 34 820 302, dont 2 163 629 ont été affranchis de la taxe. En ce qui concerne le service international, le nombre des transmissions a atteint 6 877 505, se décomposant ainsi :

Télégrammes expédiés à l'Étranger.....	2 726 940
Télégrammes reçus de l'Étranger.....	2 623 923
Télégrammes ayant transité d'une frontière à l'autre.....	1 571 168

Enfin pour les télégrammes de service on arrive à un total de 5 011 436 transmissions.

Le total général du nombre de télégrammes est de 47 030 612; les recettes ont atteint le chiffre de 36 655 524,47 fr, dans lesquelles le produit net des correspondances intérieures entre pour 20 318 559,33 fr, et celui des correspondances internationales pour 11 165 169,33 fr.

Si l'on compare les résultats de l'exploitation télégraphique en France pendant l'année 1892 à ceux des autres pays, on trouve, au point de vue des recettes, qu'elle occupe le second rang, la Grande-Bretagne et l'Irlande arrivant en première ligne avec une recette totale de 62 169 775 fr. Dans cette statistique, le chiffre des recettes de l'Allemagne n'a pu être donné, la réunion des services des postes et des télégraphes ne permettant pas d'établir le chiffre des recettes afférentes au service télégraphique.

Pour la longueur des lignes du réseau, c'est l'Allemagne qui tient la tête avec 117 871 km ; viennent ensuite la France avec 103 280 km et, enfin, la Grande-Bretagne et l'Irlande avec 54 337 km.

Si, au lieu d'établir la comparaison d'après la longueur des lignes, on tient compte du développement des fils conducteurs, la France passe au troisième rang. En effet, le développement des fils, exprimé en kilomètres, est le suivant pour chacun de ces trois États :

Allemagne.....	418 081 km
Grande-Bretagne et Irlande.....	334 244 —
France.....	318 733 —

Le même classement se retrouve si l'on considère le nombre d'appareils en service, comme le montrent du reste les nombres suivants :

Allemagne.....	26 810 appareils
Grande-Bretagne et Irlande.....	25 440 —
France.....	17 607 —

**

Digitized by Google

Il y a lieu de remarquer que ce classement correspond à la population des trois États considérés, qui, d'après les derniers recensements, est de

49 428 470 habitants..... pour l'Allemagne
38 379 276 — ..... pour la Grande-Bretagne et l'Irlande
38 343 192 — ..... pour la France et l'Algérie

Dans les chiffres que nous avons donnés plus haut ne sont pas compris les services télégraphiques de l'Indo-Chine française (Cochinchine et Cambodge), du Sénégal et de la Tunisie. La statistique relative à ces colonies est résumée dans le tableau suivant :

	INDO-CHINE	SÉNÉGAL	TUNISIE
Longueur des lignes du réseau en kilomètres.....	2 465	925	3 131
Développement des fils conducteurs en kilomètres...	3 889	1 646	4 958
Nombre total de bureaux.....	78	21	68
Nombre d'appareils en service : système Morse....	119	33	88
Nombre d'appareils en service : système Hughes...	4	»	5
Nombre d'appareils en service : autres systèmes...	9 [1]	5	26
Total général du nombre de télégrammes.....	197 692	72 134	447 955
Total des recettes en francs.....	186 926,50	65 364,18	320 720,58

[1] Deux siphons-recorder et sept cadrans.

J.-A. MONTPELLIER.

SUR UN PROCÉDÉ SIMPLE POUR LA PRODUCTION DE COURANTS ALTERNATIFS INTENSES

ÉTALONNAGE DES AMPÈREMÈTRES A COURANT ALTERNATIF

Dans une précédente note[1] nous avons indiqué comment on pouvait, au moyen d'un petit moteur à courant continu et d'une batterie d'accumulateurs, obtenir des volts alternatifs parfaitement réguliers, facilement ajustables et d'une fréquence quelconque comprise entre 25 et 90 périodes complètes par seconde.

Il sera peut-être intéressant pour quelques-uns de nos lecteurs d'indiquer qu'avec le même dispositif complété par un transformateur *ad hoc* on peut obtenir également des courants très intenses jouissant des mêmes propriétés.

Il nous a suffi, pour cela, de prendre un petit transformateur à très grand coefficient de transformateur et d'en relier le circuit à fil fin aux bagues de notre petit moteur.

Pour réaliser économiquement ce transformateur, nous avons pris un type démodé de l'industrie, d'une puissance de 500 watts, transformant de 1 000 à 100 volts ; nous avons débobiné le fil secondaire, qui a été remplacé par une dizaine de tours de très gros fil. Dans ces conditions, le rapport de transformation était pratiquement égal à 55 ; avec 110 volts sur le circuit primaire on obtient 2 volts sur le circuit secondaire. En fermant ce circuit directement sur un électrodynamomètre Siemens nous avons obtenu jusqu'à 75 ampères. Dans ces conditions, notre moteur absorbait environ 160 volts et 2 à 3 ampères.

Ainsi donc, avec une batterie d'accumulateurs de 170 volts pouvant débiter de 3 à 4 ampères, un moteur, courant continu d'une fraction de cheval, et un transformateur de

[1] L'*Electricien*, 20 septembre 1893.

Digitized by Google

quelques watts, on peut obtenir tous les voltages jusqu'à 120 volts et tous les courants jusqu'à 50 — 75 ampères avec une fréquence connue et réglable jusqu'à 80-90. C'est donc une installation peu onéreuse, d'une mise en marche très simple et rapide, facile à installer dans un laboratoire ou un atelier.

Complétée par un électrodynamomètre Siemens, également peu coûteux et suffisant tant qu'il s'agit d'une approximation de 1 0 0/0, et par un bon voltmètre genre électrodynamomètre à résistance non inductrice, cette installation permet de faire toutes les mesures de volts et d'ampères dans les limites indiquées, en les rapportant à un étalon de force électromotrice et un étalon de résistance. Elle est donc suffisante pour l'étalonnement des ampèremètres et voltmètres industriels à courant alternatif.

E. MEYLAN.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

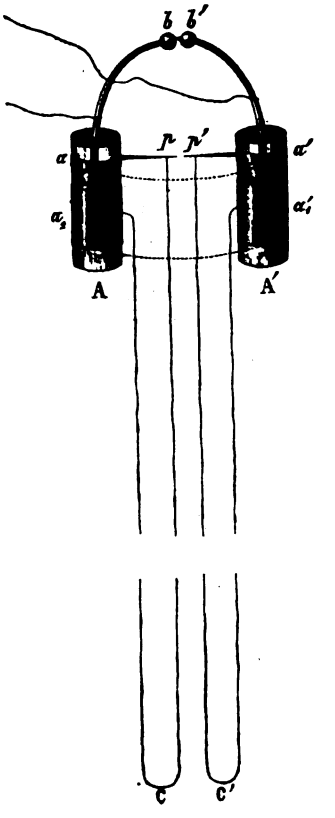
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 octobre 1893

Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie, par R. Blondlot. — Deux condensateurs tout pareils A et A′ sont formés l'un et l'autre d'un verre de lampe à gaz garni intérieurement et extérieurement de feuilles d'étain ; chacune des deux armatures externes est scindée en deux parties annulaires, isolées l'une de l'autre, a et a_1 pour l'un des condensateurs, a' et a'_1 pour l'autre. Les armatures internes sont reliées respectivement aux pôles d'une bobine d'induction, et les boules b et b', qui les terminent, ont entre elles un intervalle de 6 mm à 8 mm. De a et a' partent deux fils courts en laiton, terminés par des pointes p et p' distantes de 0,5 mm environ ; la droite pp' est horizontale. De a_1 et a_1' partent deux fils a, cp et a', $c'p'$ ayant chacun 1 029 m de longueur et aboutissant aux mêmes pointes pp' que les précédents.

Lorsque la bobine fonctionne, les deux condensateurs se chargent, grâce à deux cordes mouillées, figurées par des traits ponctués, qui permettent le passage de l'électricité de chaque armature extérieure à l'autre. La décharge survient brusquement, par une étincelle qui éclate entre les boules b et b' ; à ce moment, les charges des armatures externes deviennent libres et une différence de potentiel prend subitement naissance entre a et a', d'une part, et entre a_1 et a'_1 d'autre part ; les cordes mouillées ne jouent cette fois aucun rôle, à cause de l'extrême rapidité des phénomènes.

Les armatures a et a' se déchargent aussitôt mutuellement par une étincelle entre les points p et p'.



De même, les armatures a_1 et a'_1, reliées aux mêmes pointes par les longs fils a_1cp, $a'_1c'p'$ se déchargent par une étincelle entre p et p', mais, cette fois, l'étincelle n'éclate qu'après que la perturbation originelle a parcouru, en suivant les longs fils a_1cp, $a'_1c'p'$, un chemin de 1 029 m.

On a ainsi, entre les pointes p et p', deux étincelles successives, séparées par le temps qu'une perturbation électromagnétique emploie pour parcourir un chemin de 1 029 m le long du fil

de cuivre ; pour déterminer la vitesse de cette propagation, il suffit de mesurer l'intervalle de temps qui s'écoule entre les deux étincelles. A cet effet, l'auteur a concentré la lumière de l'étincelle à l'aide d'un miroir concave mobile autour d'un axe parallèle à *pp'* et a reçu sur un écran vertical l'image de l'étincelle ; lorsque le miroir est mis en rotation rapide, l'image se dédouble, et il est aisé, connaissant la vitesse de rotation du miroir, la distance de celui-ci à l'écran et l'écartement des deux images, d'en déduire l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre les deux étincelles.

En substituant à l'écran une plaque sensible, M. Blondlot a obtenu deux images photographiques dont il mesure après coup l'écartement.

Le miroir est mis en rotation par une machine de Gramme à aimants permanents actionnée par 23 éléments au bichromate ; la vitesse de rotation se détermine à l'aide du son d'axe ; les nombres de tours par seconde étaient compris entre 233 et 309.

La ligne est formée de fils de cuivre de haute conductibilité, ayant 3 mm de diamètre.

En faisant fonctionner d'une manière continue la bobine d'induction, il arrive toujours qu'au bout de quelques minutes des images viennent se former sur la plaque.

Les résultats des quinze expériences ont donné une vitesse moyenne de 296,4 km par seconde. Une série d'expériences faites sur une ligne de 1 814,4 m, c'est-à-dire presque de longueur double de la première, a donné une vitesse moyenne de 298 km par seconde.

L'égalité des valeurs de la vitesse obtenue avec les deux lignes de longueur différente montre que le mouvement de propagation est bien uniforme. Le nombre trouvé s'accorde parfaitement avec celui que M. Blondlot avait obtenu précédemment par une autre méthode.

La méthode qui vient d'être exposée présente l'avantage d'être indépendante, non seulement de toute théorie, mais même de l'existence d'oscillations et d'ondulations électro-magnétiques.

M. A. Baudouin adresse à l'Académie une note relative aux résultats d'expériences effectuées pour obtenir la pluie, en soutirant l'électricité des nuages à l'aide d'un cerf-volant.

« Le dimanche 15 octobre, vers 5h 15m, dit-il, j'ai obtenu un contact avec les nuages situés à une distance que j'évalue à 1 200 m environ. A ce moment, il est survenu un brouillard local ; puis quelques gouttes d'eau se sont mises à tomber. Dès que le contact a cessé, en rentrant le cerf-volant, tout est revenu à l'état normal à 5h 30 m...

« En 1876, j'ai obtenu plusieurs fois la pluie de la même manière, sur le plateau de El Meridj (frontière de Tunisie).... » — M.

La ligne de retour dans les tramways électriques

Cette question a été traitée par M. Thos. Mac Tighe à la réunion annuelle de la « Street Railway Association » de l'État de New-York, tenue en septembre dernier.

Les progrès de la traction électrique ont été multiples dans ces trois dernières années, ils ont surtout porté sur la construction de la voie, les perfectionnements du système de suspension du conducteur aérien, le matériel roulant et les moteurs ; peu d'attention était dévolue au mode de retour du courant à l'usine centrale. Primitivement établi d'une façon qui dénotait peu de maturité dans l'étude, une grande inexpérience, le système reposait sur la supposition d'un passage facile fourni au courant par la terre. On s'est livré à peu d'investigations pratiques sur l'efficacité de son rôle ; les chiffres sont plus pauvres encore. Cependant, le retour des courants constitue un élément aussi important que le système aérien.

Le rendement d'un circuit électrique dépend de la résistance de toutes ses parties. On calcule avec soin la section du fil aérien pour réduire à un minimum la perte d'énergie dans la transmission du courant ; on serait logiquement amené à en faire autant pour le retour. Les rails sont nécessaires pour constituer la voie et, vu leur volume, ils concourent très bien à la formation de la ligne de retour. L'auteur estime qu'avant peu de temps la méthode absurde et coûteuse du fil supplémentaire aura rejoint la vaste armée des expédients discrédités que l'oubli jettera dans sa hotte pour les rendre à l'éternité et que la terre, considérée comme partie intégrante du circuit, ne sera plus employée, hormis dans quelques cas spéciaux.

En mécanique, la résistance des matériaux est calculée pour la partie la plus faible qui travaille dans les conditions les plus défavorables. Semblablement, dans un circuit électrique hétérogène, la résistance totale doit dépendre de la résistance la plus élevée des parties composantes ; la ligne de retour doit être conçue de façon à être efficace par les longs étés de sécheresse

Digitized by Google

et les gelées les plus rigoureuses de l'hiver. Les plaques de terre et les conduites d'eau sont un secours dans un petit nombre de localités favorisées ; mais on ne peut en dire autant des plaques et des tuyaux enfouis dans un sol dont l'humidité dépend d'éléments variables.

L'auteur s'est livré à un grand nombre de calculs de ce que serait la résistance totale par mille de la ligne de retour suivant les différentes méthodes d'établissement.

Dans ces calculs, il a éliminé la conductibilité de la terre, celle des éclisses, parce qu'il croit que, dans les conditions moyennes, les surfaces de contact comparativement petites sont trop oxydées pour être d'aucun bénéfice. Il a éliminé toutes les subtilités sur lesquelles insisterait l'exacte analyse scientifique du sujet, tels que les changements de température, l'humidité et toutes autres conditions qui sont plus ou moins insignifiantes au point de vue pratique. Il a basé ses chiffres sur le rapport de 6 à 1 dans la comparaison de la résistance des rails d'acier doux ordinaires et de celle du cuivre usité dans le commerce.

Habituellement on dit qu'un poids de 4,5 kg par yard (0,91 m) de rails d'acier correspond à un pouce carré (6,45 cm) de section. Chaque pouce carré d'une telle surface peut être exprimé en section de cuivre en le divisant par 6. La résistance est aisément déterminée et on arrive ainsi promptement à quelques résultats comparatifs importants. Par exemple, adoptons, comme poids moyen des rails de tramways, la longrine de 32 kg ; sa section est, en réalité, de 7 pouces carrés (45,15 cm) et les quatre rails d'une voie double ont une section de 28 pouces carrés (180,60 cm) équivalents à une simple barre d'acier de 4 pouces (10,12 cm) d'épaisseur sur 7 de large (17,71 cm). Celle-ci est électriquement égale à une barre de cuivre de 4,66 pouces carrés (30,05 cm) ou, en d'autres termes, à un conducteur de cuivre de 1 pouce d'épaisseur (2,53 cm) et presque 5 pouces de largeur (12,65 cm). Avec une telle section disponible pour la partie de retour du circuit, ne semble-t-il pas absurde de la compléter par l'adjonction d'un fil n° 0 dont la surface est un peu supérieure à un quart de pouce carré (1,36 cm) ? Mais l'absurdité grossit lorsqu'on compare la résistance des deux portions de retour du circuit : la résistance des rails par mille (1 600 m) n'est que de 0,0086 d'ohm, tandis que celle du fil de cuivre est 60 fois plus grande.

En procédant de semblable façon au calcul des poids de quelques rails les plus usuels, on obtient le tableau suivant pour une double voie :

TABLEAU I

CALIBRE des RAILS	SECTION totale EN CM.	ÉQUIVALENT EN CUIVRE			RÉSISTANCE par mille (1 600m)
		SURFACE EN CM.	ÉPAISSEUR EN CM.	LARGEUR EN CM.	
22,50 kg.	129,00	21,48	2,53	8,42	0,0121 ohm
27,00 »	154,80	26,80	»	10,12	0,0101 »
31,50 »	180,60	30,05	»	11,78	0,0086 »
36,00 »	206,40	34,37	»	13,48	0,0075 »
40,50 »	232,20	38,70	»	15,18	0,0067 »
			»		

Le tableau II, qui renferme certaines désignations de construction d'une ligne à double voie avec rails de 31,50 kg et de 40,50 kg, servira à l'intelligence d'un troisième extrêmement intéressant.

TABLEAU II. — RAILS DE 31,50 KG

CAS	DÉSIGNATIONS
1	Joints en fil de cuivre n° 4 et 2 fils supplémentaires de retour n° 0 en cuivre.
2	Bornes de liaison en cuivre n° 4 aux extrémités des rails, 4 fils supplémentaires en cuivre n° 0.
3	Joints en fer de 36 pouces n° 0, simples. Aucun fil supplémentaire.
4	— 36 — doubles. — —
5	Joints en cuivre n° 0 de 36 pouces, simples. Aucun fil supplémentaire.
6	— — 0 12 — — — —
7	— — 00 36 — — — —
8	— — 00 12 — — — —
9	— — 000 36 — — — —
10	— — 000 12 — — — —
	RAILS DE 40,50 KG
11	Bornes de liaison en cuivre n° 4 aux extrémités des rails. 4 fils n° 0 supplémentaires.
12	Joints de 12 pouces en cuivre n° 0000, doubles. Pas de fil supplémentaire.

Digitized by Google

Le troisième tableau a été dressé, en reprenant les divers cas relevés dans le second ; les calculs ont été établis en tenant compte des éliminations observées plus haut.

TABLEAU III. — CARACTÉRISTIQUES PAR MILLE (1 600 M) DOUBLE VOIE

CAS	R TOTALE DES RAILS	R TOTALE DES JOINTS	R TOTALE DE LA PARTIE du circuit de la voie	CHUTE DE POTENTIEL pour 200 ampères	ÉNERGIE TOTALE dépenséedans la partie du circuit de la voie	PRIX DE CETTE ÉNERGIE par an à raison de 500 fr par kilowatt	DÉPENSES APPROXIM. EN MATÉRIEL pour le circuit de la voie par mille (1 600m)	OBSERVATIONS
	ohms	ohms	ohms	volts	watts	francs	francs	
1	0,0086	0,0335	0,0362	7,24	1,448	724,00	3 500,00	La valeur du dollar a été prise égale à 5 fr.
2	0,0086	0,0671	0,0586	11,72	2,344	1 172,00	3 500,00	
3	0,0086	0,0796	0,0882	17,64	3,528	1 764,00	450,00	
4	0,0086	0,0898	0.0484	9,68	1,936	968,00	900,00	
5	0,0086	0,0133	0,0218	4,36	872	436,00	900,00	
6	0,0086	0,0044	0,0130	2,60	520	260,00	575,00	
7	0,0086	0,0105	0,0191	3,82	764	382,00	1 000,00	
8	0,0086	0,0035	0,0121	2,42	484	242,00	650,00	
9	0,0086	0,0033	0,0169	3,38	676	338,00	1 100,00	
10	0,0086	0,0027	0,0113	2,26	452	226,00	750,00	
11	0,0067	0,0335	0,0306	6,12	1,224	612,00	6 250,00	
12	0,0067	0,0016	0,0078	1,56	312	156,00	2 160,00	

Naturellement, les chiffres contenus dans ce tableau s'écarteraient de la réalité pour les localités qui jouissent d'un sol toujours humide ; mais cette table a été dressée d'après les conditions les plus défavorables et, notamment, dans la supposition d'un sol gelé à 0,60 m ou à 0,90 m de profondeur et d'une terre de conductibilité pratiquement nulle.

Des enseignements se dégagent de ces résultats. Prenons, par exemple, les cas nos 2 et 6. La résistance totale de la voie, dans le premier, est de 0,0586 ohm ; elle coûte, en matériel, environ 3 500 fr par mille, tandis que la seconde, dont la résistance totale n'est que de 0,0130 ohm, ne coûte que 575 fr par mille. En d'autres termes, au point de vue du rendement, le no 6 constitue un circuit électrique quatre fois et demi meilleur et ne coûte que le cinquième.

Ce tableau offre des traits saillants de comparaison que les directeurs d'exploitation trouveront avantage à consulter.

S'il est admis qu'il est désirable d'obtenir, dans la structure de la voie, la plus grande conductibilité possible, la question des moyens à employer pour y arriver se pose alors.

Apparaît, à ce moment, la critique des procédés de liaison des rails. Les types de jonction sont très variés, mais il faut toujours se prémunir contre le mauvais contact des pièces de connexion, déterminés tôt ou tard par les vibrations dont les rails sont le siège. La soudure électrique des fils et rivets composant le mode de jonction a été essayée, mais les résultats en ont été très imparfaits.

Le joint connu sous le nom de *solid one piece bond* est simple. Les jonctions des rails devraient être munies d'une couche épaisse de gomme laque ou d'asphalte, pour conjurer les effets de corrosion.

Un autre élément également fort important de la portion de retour du circuit, que le courant revienne par la terre ou non, consiste en l'établissement d'une forte communication électrique entre la génératrice ou le tableau de distribution et les rails, par le chemin le plus court possible.

Les conclusions de M. Mac Tighe se résument très simplement en ces termes, en ce qui concerne la ligne de retour à l'usine :

1° Résistance intrinsèque assez faible pour n'avoir pas besoin de recours à la terre ;

2° Utilisation, jusqu'à la limite pratique extrême, des rails comme conducteurs de retour ;

3° Joints des rails de dimensions le plus fortes possible ;

4° Joints des rails le plus écourtés possible, compatibles avec la dilatation et la vibration ;

5° Joints des rails formés d'une simple pièce de fil avec rivure ;

6° Les trous de rivets doivent être fraîchement percés immédiatement avant l'opération d'assemblage ;

7° Les joints doivent être placés en vue d'une inspection facile et commode ;

8° Protéger les joints contre la corrosion ;

9° Emploi très large de grosses liaisons transversales directement de rails à rails, et, dans les doubles voies, des pièces similaires plus grosses encore en connexion avec les rails intérieurs ;

10° Un conducteur principal souterrain allant de la station à la voie, connecté à chaque file de

Digitized by Google

rails et de résistance suffisamment faible pour laisser passer le courant maximum avec une perte négligeable de potentiel.

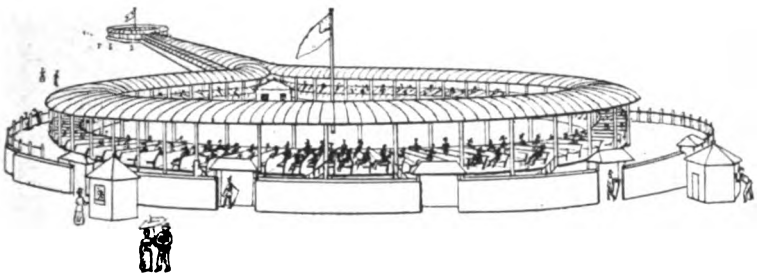
Rien ne s'oppose à ce que toutes ces conditions soient immédiatement adoptées en pratique.

E. D.

Le trottoir mobile à l'Exposition de Chicago

Il a été établi pour transporter les voyageurs depuis les bateaux jusqu'aux terrains de l'Exposition; il marche d'un bout à l'autre du débarcadère, se développant en une boucle à chacune des extrémités, en accusant des courbes de très petits rayons (fig. 1).

Son mouvement s'effectue d'une manière continue dans une même direction, il est divisé en



deux sections longitudinales : l'une marchant à la vitesse de 3 km à l'heure; l'autre, sur laquelle sont disposées des banquettes, à la vitesse de 6 km, de telle sorte que le voyageur aborde une plate-forme se déplaçant lentement, pour passer ensuite, suivant son désir, à une autre où la vitesse est plus accélérée et où il prolonge facultativement son séjour. Le mouvement relatif des deux planchers est si faible qu'il ne se présente aucun danger dans le passage de l'un à l'autre ; mais l'accès de la terre ferme n'est possible qu'après la traversée de la plate-forme à déplacement lent.

Pour prévenir tout accident, un appareil mécanique automatique a été placé dans le circuit principal, et, à des intervalles de 10 mètres, répartis sur toute la longueur du plancher, se trouvent des circuits de sonneries avec boutons d'appel au moyen desquels le train entier peut être instantanément arrêté, les plates-formes et les rails sans fin faisant l'office de freins à l'instant où la puissance est interceptée. Le fait caractéristique de ce mode de transport réside en l'absence complète de conducteur de service.

La voie domine de quelques pieds le niveau du débarcadère et est entourée d'une plate-forme fixe défendue par une clôture.

Ce trottoir mobile est susceptible de recevoir à la fois 6 000 personnes assises.

Chacun des truks de la plate-forme pèse environ 675 kg, le poids de chaque plate-forme est de 540 kg. Il existe 340 plates-formes et truks formant un poids total de 413 tonnes.

Chaque truk est pourvu de deux moteurs tétrapolaires de 15 chevaux, de la Compagnie électrique générale, à double réduction. La longueur de chacun des truks électriques est de 3,75 m. L'écartement des rails est de 1,125 m et les roues ont un diamètre de 0,450 m. La plate-forme, qui marche à la vitesse de 6 km à l'heure, repose sur de robustes bandes d'acier roulant sur la périphérie des roues mobiles, l'autre prend son appui sur les paliers des essieux. Y compris celui des truks moteurs, au nombre de 12, et dont chacun pèse 600 kg, le poids total du train est de 519 tonnes.

Le fil conducteur est supporté par des poutrelles fixes, en-dessous de la plate-forme la moins élevée, par l'intermédiaire d'isolateurs spéciaux à réserve d'huile. L'appareil capteur du courant est placé latéralement sous la partie en surplomb de la plate-forme à mouvement lent, le circuit de distribution étant maintenu complètement caché. On avait prévu une puissance de 300 chevaux pour le service de ce train, mais 200 suffisent.

Les rails ne sont pas reliés ensemble, comme c'est l'usage sur les lignes électriques. Le rail flexible continu qui passe sur la jante des roues des truks constitue le conducteur de retour du courant, des fils étant simplement rattachés aux rails en un seul point. E. D.

Le voltmètre électrostatique de Kennelly

Cet instrument (fig. 1) est destiné aux usines centrales où il sera fixé d'une façon permanente verticalement contre le mur ou le tableau.

Applicable indistinctement aux courants alternatifs et continus, il est construit en deux grandeurs indiquant de 600 à 1 150 volts respectivement.

Le fonctionnement de cet appareil montré dans les deux dessins ci-après repose entièrement

Digitized by Google

sur des actions électrostatiques ; il ne dépense, par conséquent, aucune énergie.

A un équipage bifilaire est suspendue une alidade en aluminium terminée par deux pinnules

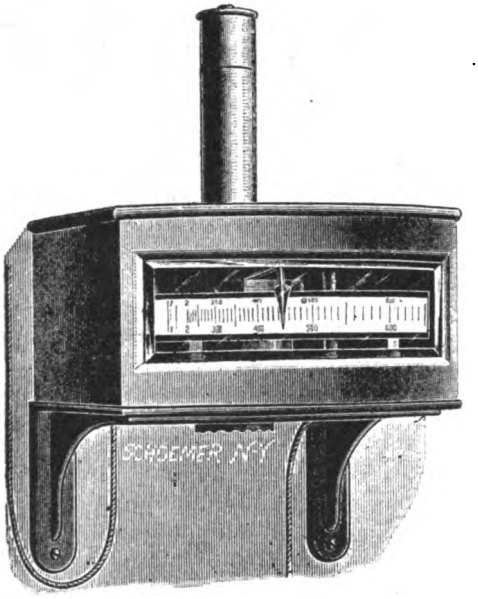


Fig. 1.

verticales de même métal qui se déplacent librement dans deux gorges formées de plaques de laiton incurvées (fig. 2).

Alidade et pinnules sont reliées électriquement

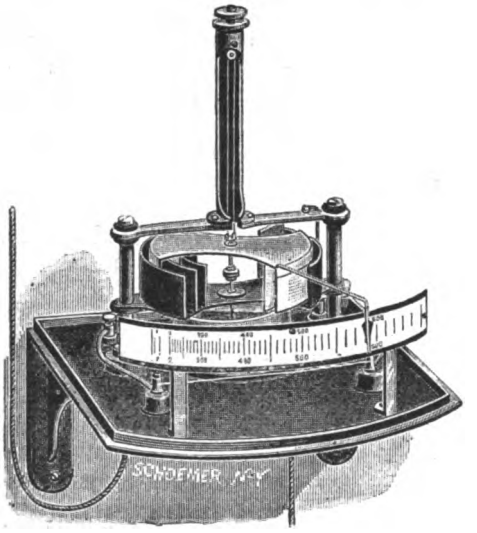


Fig. 2.

à une des branches du circuit par les fils de suspension, et les gorges de laiton avec l'autre branche, de telle sorte que la force électromotrice détermine une attraction entre ces deux parties et fait pénétrer les pinnules entre les parois des deux gorges. Sous cette action les fils de suspension se tordent jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés par la force de tension contraire.

L'alidade porte un index horizontal de 0,15 m de rayon, dont la pointe repliée à angle droit se meut devant une échelle curviligne de 0,20 m de développement.

Sur l'échelle d'un instrument de 600 volts destiné à des circuits de 500 volts, une variation de 5 volts ou 1 0/0 à pleine charge détermine un déplacement de 3 mm.

Lorsque l'alidade et les gorges incurvées sont directement reliées aux barres collectrices, tout contact métallique entre elles produirait un court-circuit. Pour éviter cet accident, les parois des deux gorges sont vernissées à la laque, de telle sorte que le contact avec l'alidade et les pinnules ne permette pas à l'étincelle d'éclater. Comme complément de sécurité, un fil fin fusible est disposé dans la boîte. La suspension se termine en dessous par un léger amortisseur métallique immergé dans un liquide huileux. L'avantage de la suspension bifilaire consiste à affranchir la torsion des erreurs dues à la température ou à la fatigue élastique des fils. La hauteur de l'appareil est de 0,275 m, sa largeur de 0,365 m et sa saillie sur le mur de 0,325 m. Il n'est pas affecté par les champs magnétiques, la température, les vibrations modérées ou l'électrification des courroies. E. D.

INDEX

La Lumière électrique (4 novembre 1893)

Sur une hypothèse de Maxwell, par J Blondin. — D'après la théorie dynamique de l'électromagnétisme, développée par Maxwell, les composantes de la force électromotrice en un point des coordonnées sont données par des équations dans lesquelles entre le facteur ψ représentant le potentiel électrostatique au point considéré.

En supposant que ψ soit le potentiel électrostatique, Maxwell fait une hypothèse qu'il ne justifie pas. Il suppose, en outre, que les équations qu'il donne dans sa théorie sont applicables aussi bien à un corps mauvais conducteur qu'à un corps bon conducteur.

C'est sur cette double hypothèse qu'insiste M. Blondin en appliquant les formules de Maxwell aux corps en mouvement et il arrive à cette conclusion que, lorsqu'on considère les corps en mouvement, conducteurs ou non conducteurs, les équations de la force électromotrice de Maxwell ne sont pas exactes et qu'il faut, dans ce cas, donner à ψ une acception plus large que celle qu'adopte ce savant.

Digitized by Google

Il montre ensuite que dans le cas des diélectriques la signification des dérivées qui entrent dans les équations n'est pas suffisamment définie et que, si on admet la théorie électromagnétique de la lumière, les résultats des expériences faites sur la vitesse de propagation de la lumière dans les milieux en mouvement ne permettent pas de considérer ces dérivées comme les composantes de la vitesse du milieu matériel, ainsi qu'on le fait dans le cas des conducteurs.

Le transport d'énergie électrique de Tivoli à Rome, par P. Maurillac. — L'auteur termine dans cet article la description de cette importante installation.

A propos de la théorie des machines à champ tournant, par Paul Boucherot. — L'auteur termine l'exposé de ses recherches dans ce second article. Il dit qu'il a voulu simplement prouver, à l'aide de quelques expériences, que la théorie des machines à champ tournant est complètement d'accord avec les faits, contrairement à ce qu'on a dit quelquefois.

Au sujet de l'unité de lumière, par André Blondel. — Discussion relative à l'emploi de l'arc comme étalon de lumière au sujet d'une note présentée par le professeur S. P. Thompson au Congrès de Chicago. — M.

GÉNIE CIVIL (4 novembre 1893)

Les Orgues électriques, par Henri Mamy. — Après avoir rappelé sommairement en quoi consiste le mécanisme de l'orgue et ses organes principaux, l'auteur décrit les orgues électriques installées récemment à l'église Notre-Dame de Valenciennes, et celui en cours d'exécution de la cathédrale de Guadalajara (Mexique). — M.

IL NUOVO CIMENTO (1893, 6e fascicule)

Action de l'aimantation transversale sur l'aimantation ordinaire du fer et de l'acier, par Emilio Villari. — Deuxième partie d'un mémoire dans lequel l'auteur expose les résultats des recherches expérimentales qu'il a effectuées. — M.

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT (3 novembre 1893)

L'usine d'électricité de Gablonz, par M. Uppenborn. — Force motrice hydraulique et machines à vapeur. Sous-station d'accumulateurs située à distance et distribution à trois fils. Canalisation souterraine avec quelques parties aériennes. Application de nombreux moteurs dans les fabriques de la région.

L'Exposition de Chicago. Les méthodes de réglage des machines à arc de construction américaine, par M. Mayer. — L'auteur limite son examen à la description des régulateurs des machines les plus importantes appartenant aux sociétés suivantes: General Electric Co (Thomson-Houston, Brusch, Excelsior et Wood, Westinghouse Electric and Manufacturing Co, Standard Electric Co, Western Electric Co.

L'emploi des grandeurs complexes en électrotechnique (*suite*), par Proteus Steinmetz. — Résistance, selfinduction et capacité.

Sur l'emploi de la poudre de plomb entrant dans la composition des plaques négatives d'accumulateurs, par C. Liebenow. — La préparation de la matière obtenue par la pulvérisation du plomb liquide au moyen d'un jet de vapeur ne donne guère de satisfaction à l'expérimentateur. Ayant reçu d'un fabricant du plomb poussé à un plus haut degré de division, le rendement ne dépassait pas 81 à 85 0/0 de celui des pastilles ordinaires.

Remarque complémentaire sur l'élément primaire à oxyde de cuivre, par Dr E. Boettcher. — L'auteur avait, l'année dernière, fait une communication sur la manière d'obtenir l'oxyde de cuivre poreux et sur le mode de montage de l'élément. Il donne aujourd'hui des résultats d'expériences. — D.

ELECTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT (10 nov. 1893)

L'emploi des grandeurs complexes en électrotechnique, par Chas. Rotens Steinmetz (*suite*).

ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTROTECHNIK (1er nov. 1893)

Contribution à la théorie des éléments secondaires, par Franz Streintz (*suite*) — D.

THE STREET RAILWAY GAZETTE (21 octobre 1893)

Les génératrices actionnées directement par le moteur, par J. Field. — Historique de leur introduction. Différents types de génératrices attaquées directement, avantages relatifs, dépenses et économie.

L'auteur estime que les machines génératrices ont atteint de nos jours un très haut degré de perfection commerciale et que, dans l'intervalle de dix années consécutives, on n'aura à constater que peu de modifications ou simplement des améliorations de détails.

Les machines d'usines centrales pour tramways électriques, par G. Connette. — Cette thèse embrasse un des plus importants et des plus intéressants sujets que les Compagnies de tramways ont à examiner dans une installation. Les points principaux à considérer sont les suivants:

1° Moyens d'effectuer un réglage parfait;
2° Economie la plus grande à réaliser;
3° La plus grande durée possible;
4° Répartition de la puissance en unités.

Proportionnalité convenable entre les puissances estimées des dynamos et des moteurs, par E. Crosby. — L'auteur, consultant son expérience personnelle et aussi celle d'ingénieurs ayant charge d'usines centrales de transmission d'énergie, exprime la pensée que les puissances des génératrices et des moteurs qui les actionnent devraient, pour le moins, être égales. D'autres inclinent à adopter pour le moteur une puissance légèrement inférieure à celle de la dynamo.

Coupe-circuit magnétique des voitures de tramways, par W.-E. Harrington. — Préconise la substitution du coupe-circuit automatique aux fils fusibles.

Digitized by Google

La meilleure méthode de chauffage et d'éclairage des voitures de tramways, par G.-F. Greenwood. — Résultats des recherches et expériences de l'auteur. — D.

ELEKTROTECHNISCHE RUNDSCHAU (n° 3, 1893-94)

Machines à courants triphasés de la maison Siemens et Halske. — Examen de quelques nouvelles machines, avec, dans la suite, la description d'une installation complète du système de courants polyphasés.

Établissement des conducteurs système Peschel à l'intérieur des maisons déjà habitées. — Divers modes de montage. — D.

EXPOSITION DE CHICAGO

Système de conducteurs et appareils pour stations centrales électriques, par D.-Martin Kallmann (*suite*). — Examen du système de conducteurs aériens. Établissement des poteaux, des isolateurs et des transformateurs fixés, soit aux mâts de support des fils, soit aux parois des maisons.

Mode de montage et de suspension des lampes à arc avec dispositifs automatiques. — D.

THE STREET RAILWAY GAZETTE (28 octobre 1893)

L'accumulateur au chlorure de plomb et de zinc, par M. Herbert Lloyd. — Composition chimique, fabrication, formation, capacité et rendement. Étude des régimes de charge et de décharge avec diagrammes.

Emploi des accumulateurs dans les stations centrales, par G. Mailloux (*suite*).

De la construction des truks des voitures de tramways, par Elmer-A. Speny. — Etude analytique des phénomènes d'adhérence. Moteurs à essieux indépendants. Moteur unique avec essieux accouplés. Résultats d'essais.

ENGINEERING (27 octobre 1893)

Le tramway électrique Marseille-Saint-Louis. — Description très détaillée avec nombreux plans et croquis, chiffres et renseignements divers.

Le Télautographe de Gray. — Description de l'appareil et de son fonctionnement.

Les perforatrices électriques. — Compte rendu d'une étude lue devant l'Association des Ingénieurs mécaniciens de Cleveland : comparaison des perforatrices de divers systèmes avec les perforatrices électriques et description de plusieurs modèles. — M. L.

WESTERN ELECTRICIAN (21 octobre 1893)

Transmission de l'énergie à distance par l'électricité, par G. Forbes. — Compte rendu d'une étude lue à Chicago au Congrès d'électricité sur la transmission électrique de l'énergie en général, et en particulier sur le système adopté pour utiliser la force empruntée aux chutes du Niagara. L'auteur indique les raisons qui ont fait choisir une distribution uniforme avec des alternateurs produisant dans deux circuits entièrement distincts deux courants décalés de 90 degrés l'un de l'autre. — M. L.

ELECTRICAL REVIEW (27 octobre 1893)

Etude scientifique des lampes à arc, par R. Kennedy. — Suite d'une étude sur les divers principes électriques ou mécaniques employés dans les lampes à arc. L'auteur passe en revue les principaux types de régulateurs sans entrer dans les détails de construction qui différencient entre eux les modèles des divers constructeurs.

Nouveau système de distribution à courants alternatifs. — Il s'agit du système de courants alternatifs à deux circuits distincts à deux courants déplacés en quadrature. L'auteur dit ce qu'on en a obtenu et ce qu'on est en droit d'en attendre dans l'avenir. — M. L.

ILLUSTRATED ELECTRICAL REVIEW (21 octobre 1893)

Moteurs électriques de la Compagnie générale des embarcations électriques. — Description avec figures des moteurs et détail de leur installation dans le fond de l'embarcation. — M. L.

ILLUSTRATED ELECTRICAL REVIEW (28 octobre 1893)

Rapport sur les dynamos directement accouplées à leur moteur, lu devant l'Association américaine des tramways. — Les divers types de groupes générateurs comportant une ou plusieurs dynamos attelées directement sur l'arbre moteur y sont passés en revue; des illustrations de chaque modèle sont intercalées dans l'article. L'auteur passe en revue l'histoire de l'introduction de ces machines et les avantages ou inconvénients résultant du système. La conclusion est que la connexion directe est très supérieure à toute autre pour les génératrices employées pour la traction électrique.

Rapport sur les stations centrales de distribution de l'énergie électrique, lu devant la même Association. — Ce Rapport étudie successivement les moteurs les plus économiques, le combustible à employer. La durée d'une installation semblable dépend de la solidité de construction des machines, qui ne sauraient être trop robustes; l'élasticité de fonctionnement doit être aussi considérable que possible; par suite, les unités doivent être d'une taille telle qu'elles présentent une réserve de puissance disponible en cas du travail maximum.

Coupe-circuits magnétiques pour tramways électriques. — Les coupe-circuits formés par des fils fusibles sont si peu réguliers comme fonctionnement que l'usage d'un appareil plus exact s'impose; l'auteur s'étend sur les avantages et inconvénients des deux systèmes en prônant le coupe-circuit magnétique.

PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY (n° 327)

L'effet des tensions mécaniques sur la résistance électrique des métaux, par J. Gray et J. Henderson. — Comparaison des effets de l'étirage, de la tension, du tréfilage, du martelage

Digitized by Google

et de l'échauffement sur la densité et la résistance spécifique.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE (10 novembre 1893)

Les parafoudres industriels, par M. Hospitalier. — Description illustrée des principaux types d'appareils employés pour la protection des lignes aériennes.

Les nouveaux transformateurs et les stations centrales, par M. Claude. — Comparaison théorique des résultats d'exploitation à obtenir avec d'anciens types de transformateurs et les types récents à haut rendement.

Fantaisies photométriques, par M. Hospitalier. — L'auteur, à propos d'une polémique récente, fait remarquer qu'on ne peut comparer l'intensité lumineuse d'un foyer à celle d'un faisceau de rayons parallèles.

Les applications mécaniques de l'énergie électrique, par M. Laffargue. — Analyse d'une communication de M. Hartmann à la Société des Electriciens de Berlin ; conditions de fonctionnement des transmissions dans les ateliers; comparaison avec les transmissions électriques; applications des moteurs électriques aux ascenseurs, cabestans, grues, machines à percer. — E. M.

L'ELECTRICIAN (3 novembre 1893)

Théorie et pratique des piles primaires, par M. W. Cooper (*suite et fin*). — Eclairage domestique par les piles, sous-produits.

La compensation de l'hystérésis, par M. Vignoles. — L'auteur signale un dispositif ancien, dû à M. Ewershed, qui opère en partie cette compensation ; il cite un des dispositifs du brevet récent de M. Abakanowicz.

L'éclairage des ateliers, par M. B. Dobson (*suite et fin*).

ELECTRICAL WORLD (28 octobre 1893)

Notes de laboratoire, par M. Patten (*suite*). — Description de divers dynamos et moteurs électriques étudiés par l'auteur, pour courants continus, alternatifs et multiphasés ; moteurs-générateurs.

L'entretien et la construction des lignes aériennes de tramways, par M. Cahoon (*suite et fin*).

Nouvelle méthode de tarifs d'abonnement pour les usines centrales, par O'Frick. — Etude des frais de production du courant aux différentes charges ; proposition de faire marquer différemment les compteurs aux différentes heures de la journée.

L'intensité lumineuse des projecteurs, par M. Steinmetz. — L'auteur soutient que, les rayons d'un projecteur n'étant pas parallèles, on peut les assimiler à ceux qui proviennent d'un point lumineux. On obtient la puissance du projecteur en multipliant l'intensité vraie de la source par son facteur de multiplication ou de concentration.

Compte rendu de la douzième réunion de l'Association des Tramways : La commande directe des génératrices, par M. Field.

Les machines pour les usines de traction électrique, par MM. Connette, Mac-Intire et Pearson.

La traction électrique et les truks de tramways, par E.-H. Sperry.

L'emploi des batteries d'accumulateurs dans les usines centrales, par M. Mailloux.

La ligne souterraine de Washington, par M. Love. — Description d'une ligne du système Love.

Le chauffage et l'éclairage des voitures de tramways, par M. Greenwood.

Les essais de transformateurs, par H. Norris (*suite et fin*).

Nouvel isolant fibreux, application aux lignes télégraphiques souterraines, par M. Cuttriss. — Description d'un nouveau câble dit « Idéal » dû à MM. Cuttriss et Knudson.

L'accumulateur Franklin. — Description d'un type d'accumulateur Planté dû à M. K. Irving; plaques formées de minces bandes de plomb plissées. — E. M.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Cours publics et gratuits de sciences appliquées aux arts au Conservatoire national des Arts et Métiers. — Les cours de l'année 1893-1894 viennent de s'ouvrir. Nous extrayons du programme les indications relatives aux cours qui intéressent particulièrement nos lecteurs.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX ARTS. — Ce cours a commencé le lundi 6 novembre et aura lieu les lundis et jeudis, à sept heures trois quarts du soir. Il est professé par M. J. Hirsch qui traitera les sujets suivants : *Hydrodynamique et machines hydrauliques. — Équilibre et mouvement des gaz et applications aux machines. — Théorie mécanique de la chaleur et principes généraux des machines thermiques.*

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — Ce cours a commencé le lundi 6 novembre et aura lieu les lundis et jeudis, à 9 heures du soir. Il est professé par M. Marcel Deprez, qui développera le programme suivant : *Théorie des machines dynamo-élec-*

Digitized by Google

triques. — Description des types employés dans l'industrie. — Calcul des dimensions d'une machine devant satisfaire à des conditions données. — Des moteurs électriques. — Transmission électrique de la force et ses applications. — Calcul de l'établissement d'une transmission de force. — Machines à courant alternatif, leur théorie, leurs applications. — Accessoires des machines dynamo-électriques. — Appareils de mesure, conducteurs, canalisations — Éclairage électrique.

MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX. — Ce cours a commencé le mardi 7 novembre et aura lieu les mardis et vendredis, à sept heures trois quarts du soir. Le professeur, M. U. Le Verrier, traitera des sujets suivants : *Notions sommaires de géologie et d'exploitation des mines. — Histoire des différents métaux employés dans l'industrie : gisements, procédés d'extraction et applications industrielles de chacun d'eux.* — M.

La « Society of Arts » de Londres. — La cent quarantième session s'ouvrira le 15 novembre 1893. Parmi les conférences qui seront faites nous citerons les suivantes :

La station centrale d'éclairage électrique de Saint-Pancras, par Henri Robinson ;

Transmission électrique des signaux sans fils conducteurs, par W. H. Preece ;

La Photométrie, par le capitaine W. de W. Abney. Cet important sujet sera traité dans trois conférences, qui auront lieu les 2, 9 et 16 avril 1894. — M.

Influence de la réduction du prix d'achat des lampes à incandescence. — Cette question est l'objet de discussions dans les journaux anglais depuis l'expiration des brevets Edison.

Le professeur Ayrton a clairement montré dans un article publié récemment par notre confrère *The Electrician* qu'indirectement l'abaissement de prix amènera une économie en permettant de pousser le fonctionnement des lampes à un plus haut rendement. L'expérience seule indiquera jusqu'à quelle limite cette marche outrancière sera possible.

Il est incontestable qu'une lampe de 6,5 bougies à 97 volts sur un circuit de 100 volts fournira une intensité lumineuse d'environ 8 bougies tout d'abord ; de même, une lampe de 13 bougies en donnera 16 ; mais il est probable que la détérioration sera plus rapide et que, de ce fait, l'économie produite subira quelque réduction.

Négligeant, pour le moment, cette allure poussée, nous traçons ci-dessous un tableau simple de l'effet de réduction du prix des lampes de 4,65 fr à 1,85 fr, en leur supposant une existence d'environ 1 000 heures comme jadis et que la lampe de 8 bougies consomme un kilowatt en 30 heures.

PRIX du KILOWATT-HEURE	DÉPENSE pour 1 000 HEURES	DÉPENSE TOTALE		RÉDUCTION en 0/0
		LAMPES à 4,65 fr	LAMPES à 1,85. fr	
0,80 fr	27,50 fr	32,15	29,35	8,8
0,60 fr	20,80 fr	25,50	22,70	11,0
0,40 fr	13,75 fr	18,40	15,60	15,2

Ceci équivaut à une réduction du prix de fourniture du courant respectivement à 70,3, 50,3 et 30. — D.

Élévateur électrique. — Un monte-charges électrique de dimensions et de puissance inusitées jusqu'ici a été essayé récemment à Worcester, dans le Massachussets. Il est destiné à monter les voitures d'un étage à l'autre dans la remise d'une Compagnie de tramways. Cet élévateur consiste en une plate-forme de 10 m de long, sur 3 de large, dont le poids est de 6 260 kg. Elle est guidée en quatre points et suspendue au centre par des câbles qui passent sur une poulie à la partie supérieure du bâtiment. La force motrice est fournie par un moteur électrique Westinghouse de 20 chevaux, qui est alimenté par une dérivation prise sur le fil du trolley. (*Electrical Engineer.*) — E.

Curieux accident à Budapest. — Les conducteurs souterrains du tramway électrique de Budapest ont été la cause d'un accident bien curieux qui aurait pu avoir des suites graves. Une bonbonne de benzine tomba d'une voiture sur la chaussée, où naturellement elle se brisa en mille morceaux, le liquide inondant la chaussée et pénétrant dans le conduit souterrain du tramway. La première voiture qui passa enflamma cette benzine et immédiatement toute la rue fut en flammes, au grand effroi des voyageurs qui n'eurent que le temps de détaler. Au bout de quelques minutes tout était terminé. A l'exception de quelques dégâts à la voiture, il n'y a pas d'autres accidents à déplorer.

On ne saurait naturellement rendre le tramway électrique responsable de ce petit malheur, les rues n'étant pas destinées à être inondées de liquides inflammables. L'étincelle du sabot d'un cheval eût pu, du reste, à la rigueur, produire le même effet que les étincelles du contact glissant. — E.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 152 25 Novembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE TRAMWAY ÉLECTRIQUE DE LIÈGE A HERSTAL

Précédemment, nous avons mentionné le projet d'établissement de cette ligne, les difficultés d'ordre administratif qui en avaient ajourné l'exécution. Il existe, en Belgique, une société nationale de chemins de fer vicinaux qui s'est arrogé le monopole de la construction des voies ferrées de communication entre les diverses localités du pays. Tout relève d'elle : études et conception, matériel et mode d'exploitation. L'exploitation des lignes est ensuite affermée à des tiers.

Des obstacles, aujourd'hui fort heureusement aplanis, ont surgi de cette situation toute particulière.

Le système adopté consiste en un conducteur aérien, prise de courant par trolley et retour par les rails et par la terre, avec distribution du courant par feeders émanant de l'usine motrice située à un terminus de la ligne.

Station génératrice

La figure 1 donne simultanément deux vues de l'installation : l'une en plan, l'autre en élévation latérale.

La vapeur est engendrée dans deux chaudières multitubulaires système de Naeyer de 108 m² de surface de chauffe chacune. La pression est de 8 atmosphères.

Aux chaudières sont associés des réchauffeurs d'eau à tube. Elles sont alimentées par pompe Worhington. L'eau est puisée dans le cours de la Meuse, fleuve voisin de l'usine.

Cette vapeur se rend à deux moteurs de 60 chevaux marchant à 130 tours, à détente variable par le régulateur, système E. Hertay, construits par la société anonyme, « le Phénix » de Gand (Belgique).

La puissance requise par les véhicules de tramways est largement variable. M. Crosby qui a fait de nombreuses expériences sur la consommations de courant des électromoteurs, a reconnu que l'intensité passe continuellement d'une valeur nulle, au moment des arrêts, à une valeur atteignant 3 et 4 fois la valeur normale, au moment des démarrages.

Les variations de courant étant très brusques, il ne peut être question de régler les dynamos à la main ; les machines génératrices compound sont alors indiquées. Chaque moteur attaque, par courroie en cuir, une dynamo tétrapolaire du type vulgarisé par la Société générale de Berlin, débitant 100 ampères sous 550 volts à 700 révolutions.

En présence d'un régime de marche aussi heurté, il convient de rechercher les meilleurs moyens de réglage du moteur si l'on ne veut pas que le fonctionnement se traduise par une consommation exagérée de combustible, tout à fait disproportionnée avec la puissance utilisée réellement. Tous les systèmes de détente et de régulation ne sont pas arbitrairement applicables à un service pareil.

Entre autres qualités que doit posséder un système, il faut principalement requérir les deux suivantes : 1° faculté de faire varier l'introduction de vapeur depuis zéro jusque près de la fin de la course ; 2° mode d'action du régulateur absolument certain.

Les systèmes à déclic ne permettent, en général, de contrôler l'introduction par le

Digitized by Google

régulateur que jusqu'aux 4/10 de la course du piston, et même jusqu'aux 3/10 seulement.

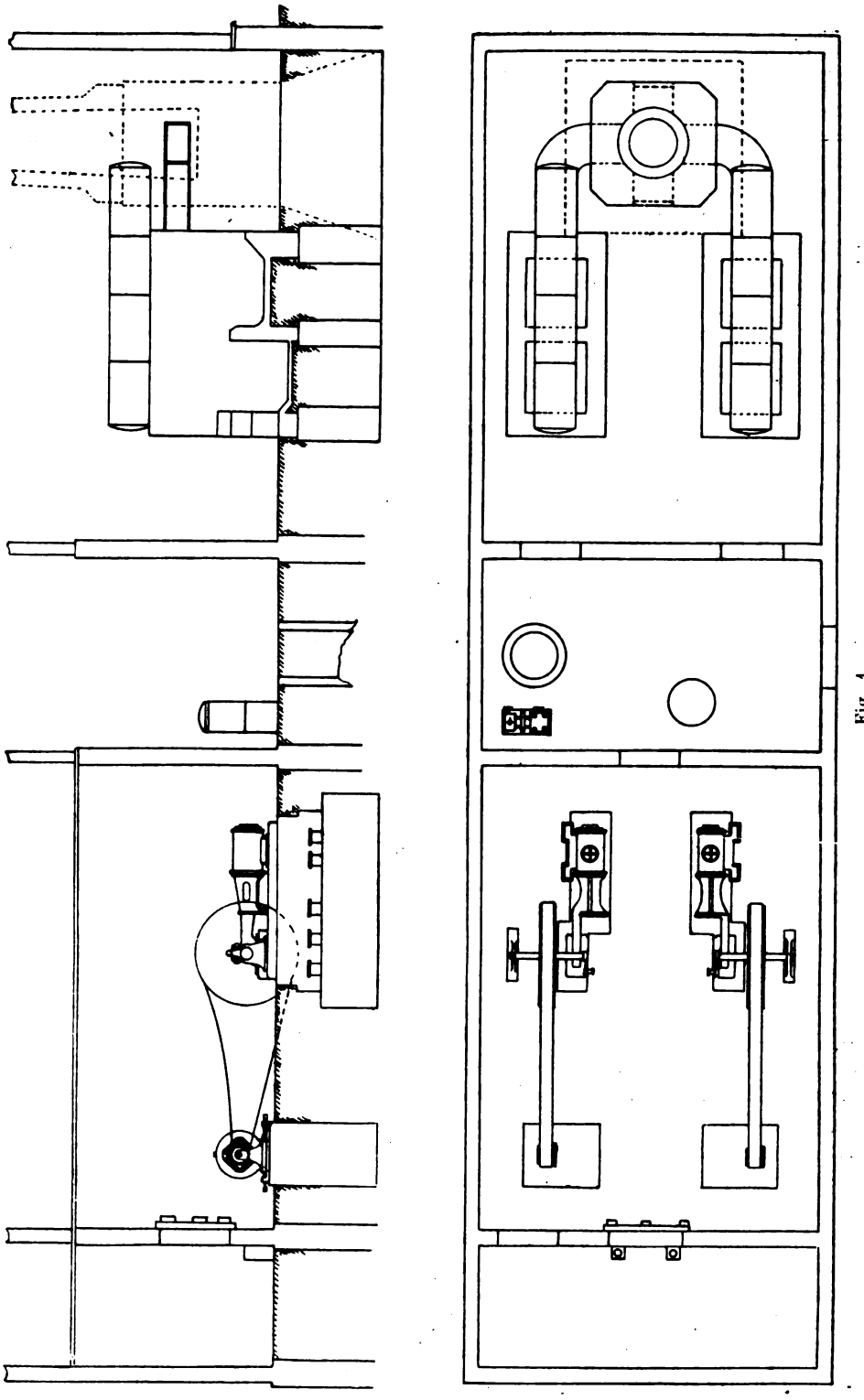


Fig. 1.

Digitized by Google

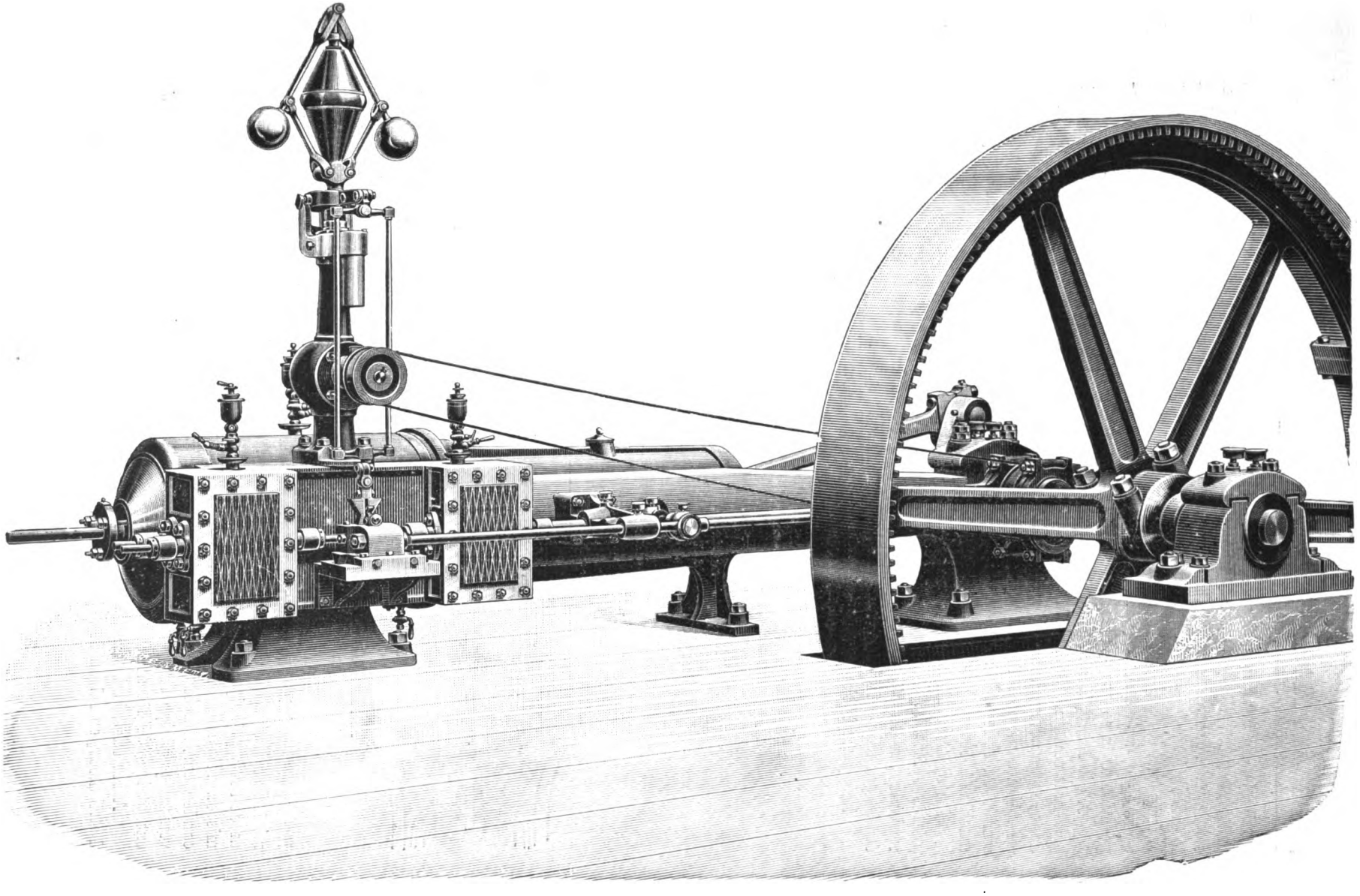


Fig. 2.

Digitized by Google

Une troisième condition, également d'une grande importance, à ajouter aux précédentes, consiste en ce que le système de fermeture positif des distributeurs, opéré par la machine, soit indépendant de la durée d'une révolution. Dans les machines à déclenchement — c'est là une objection grave, — quelle que soit la vitesse de l'arbre, le temps nécessaire pour la fermeture est toujours le même. Il est donc impossible d'obtenir de grands nombres de tours avec des admissions réduites et la vitesse de position n'est atteinte que par l'exagération de la course qui conduit à des cylindres de plus grande surface refroidissante.

A cet égard, l'opinion du Professeur Thurston est curieuse à citer: « Il semble à peu près certain, dit-il, que la distribution par déclenchement sera tôt ou tard abandonnée ; on pourra retarder encore longtemps cette modification, qui paraît inévitable, en substituant, pour fermer les distributeurs, des ressorts, ou la pression de la vapeur au simple effet de la pesanteur. La machine de l'avenir ne sera probablement pas une machine à détente par déclenchement. »

Le système Hertay est un dérivé des distributions Meyer et Farcot, doué de propriétés spéciales. On dirige contre le système Meyer, le reproche d'être difficilement réglable par le régulateur ; pour de grandes machines, les tasseaux de détente, très étroits par rapport à leur longueur, sont difficiles à guider.

Le système Farcot présente le désavantage commun aux systèmes à déclic; il ne peut opérer l'introduction que jusque vers 4/10 de la course et, lorsque le travail résistant subit de grandes variations, l'introduction saute brusquement de 4/10 à 9/10 de la course et dérègle la machine. En outre, dans le système Farcot, les glissières ne sont entraînées par le tiroir que grâce à l'emploi de ressorts noyés dans la vapeur; tous les butoirs et la came d'arrêt se trouvant dans la boîte à vapeur, l'entretien en devient peu commode et peu satisfaisant.

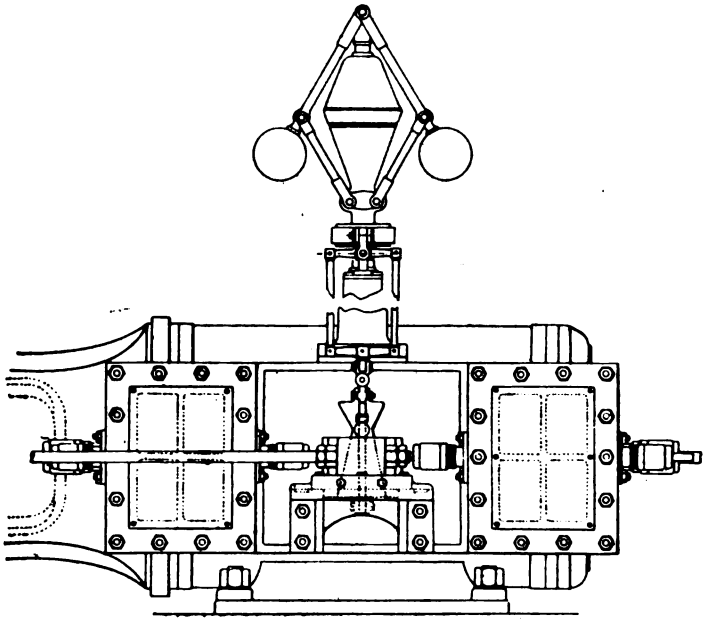


Fig. 3.

En consultant les figures 2 et 3, on remarquera que la distribution Hertay est produite par un tiroir partagé en deux, dont les boîtes sont situées vers les extrémités du cylindre, qui reçoit d'un excentrique un mouvement invariable. Chacune des parties de ce tiroir principal présente un canal pour l'admission et un canal pour l'échappement, mis en relation, en temps opportun, avec le conduit d'échappement du cylindre vers le condenseur. Sur le dos du tiroir principal se meut une glissière de détente dont le mouvement participe en partie aux mouvements du tiroir principal et en partie à celui d'un excentrique de détente.

A cet effet, la barre d'excentrique de détente commande une pièce dénommée bloc distributeur, en raison de ses fonctions. Le bloc distributeur affecte différentes formes :

Digitized by Google

une d'elles est représentée, à une plus grande échelle, dans la figure 4. C'est une pièce évidée qui reçoit son mouvement de la barre d'excentrique.

Les deux extrémités du bloc sont façonnées en forme de douilles et sont assemblées aux tiges horizontales qui communiquent le mouvement aux tasseaux de détente. Ces tiges sont clavetées dans des taquets dont la face extérieure est droite et dont la face intérieure offre une certaine inclinaison. Au contact de ces faces intérieures est établi le jeu d'un coin d'un rôle important. Ce coin, guidé sur une cloison du bloc, sera d'abord supposé au sommet de sa course, comme l'indique le schéma de gauche de la figure 4. Dans cette position, les tasseaux ne seront nullement affectés par le mouvement des tiroirs et la distribution pourra être étudiée par les mêmes procédés que pour la distribution Meyer. Cette étude peut être faite par un procédé plus simple que celui de Zeuner, employé par M. Hertay, dont l'exposé nous entraînerait trop loin en dehors des limites naturelles de notre sujet. Elle est au plus haut dégré intéressante, décèle les avantages du dispositif préconisé par son inventeur et mérite l'attention d'un directeur d'une station électrique de tramways.

Le régulateur à force centrifuge est généralement actionné par une courroie, exposée à des glissements ou même à une chute ; dans ce cas, le régulateur descend à fond et, dans une machine ordinaire, donne l'introduction maxima. Si le mécanicien n'intervient pas pour fermer le modérateur, la machine s'emporte et il en peut résulter des accidents graves. Une chaîne de transmission est aussi sujette à se déranger que la courroie, la transmission par roues dentées n'est pas à l'abri de tout reproche, car, si l'arbre du régulateur vient, par un défaut de soins, à se gripper, les dentures sont soumises à des chocs qui les cassent; les roues peuvent même se décaler à la suite d'un mauvais remontage.

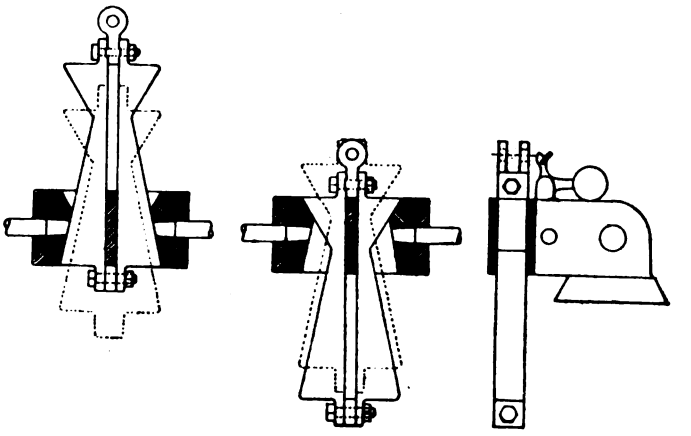


Fig. 4.

Quel que soit le mode de commande du régulateur dans la disposition décrite, dès qu'il vient à s'arrêter, ses bras se ferment et son manchon descend, le coin tombe à fond (fig. 4, diagramme de droite) et supprime toute admission. La machine ne peut être remise en train qu'en soulevant à la main la tringle de suspension du coin. Pour les régulateurs à grande énergie dont M. Hertay use, ce poids est considérable ; il convient d'éviter une manœuvre qui serait gênante. Dans ce but, avant d'arrêter la machine, on soulève un petit support à contrepoids, visible sur la troisième partie de la figure 4, articulé autour de son axe ; le coin vient reposer dans la position indiquée en traits pleins par le diagramme du milieu (fig. 4) : alors la machine est à sa plus grande introduction. Lors de la remise en train, aussitôt que le moteur a pris sa vitesse, le petit support, obéissant à l'action de son contrepoids, se rabat automatiquement et le dispositif de sûreté est préparé à fonctionner en cas de dérangement des régulateurs. On s'explique maintenant la forme élargie donnée à la tête du coin, ainsi que les chanfreins ménagés à l'angle supérieur des taquets.

Les machines à détente variable automatiquement ne sont pas nécessairement régu-

Digitized by Google

lières ; il faut encore que le régulateur soit suffisamment isochrone entre les limites assignées à la course de son manchon, et qu'il ait une puissance convenable, eu égard aux résistances à vaincre. Le coin et tringle de suspension, dans la distribution Hertay,

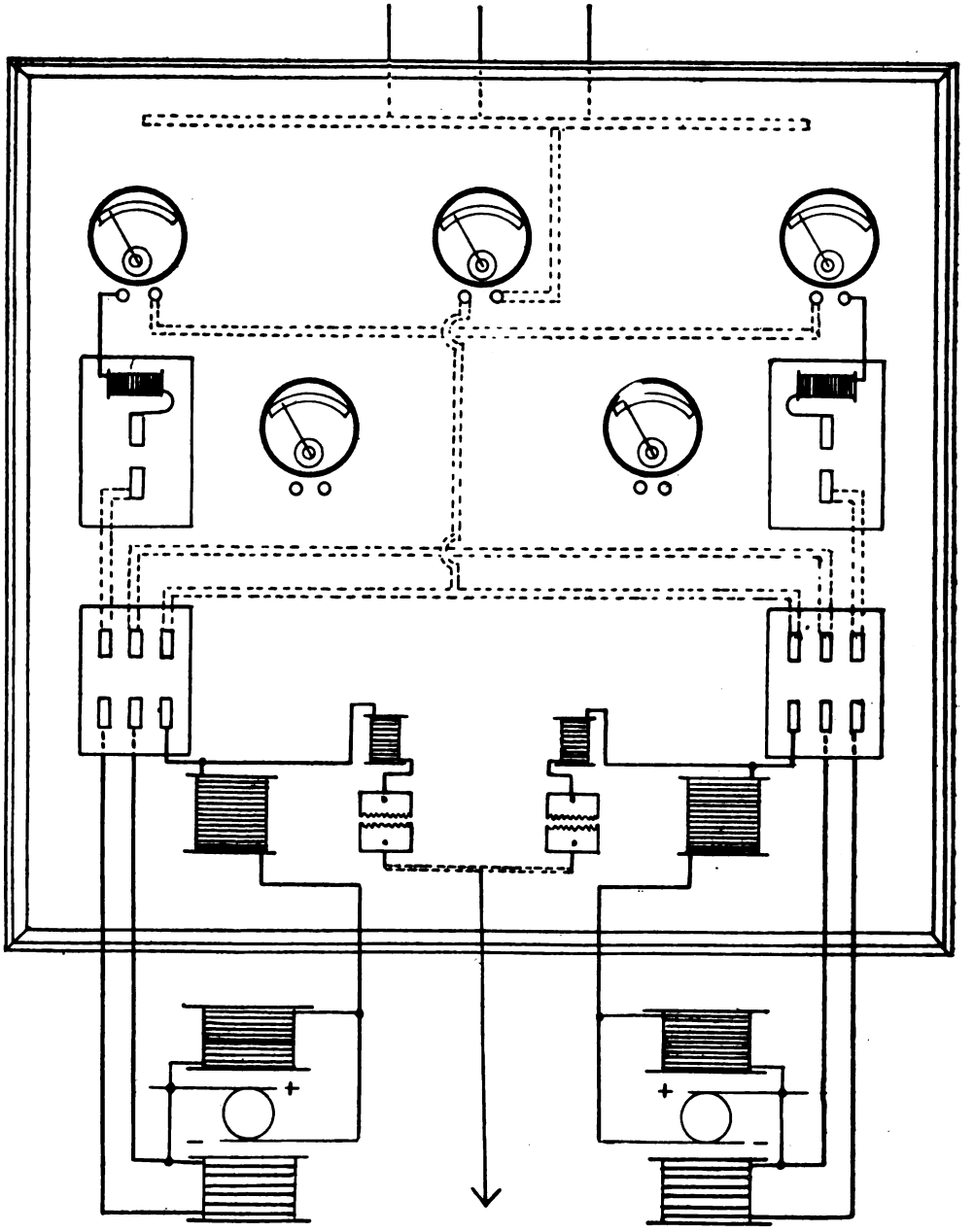


Fig. 5.

font partie intégrante du poids des manchons et ne constituent pas des résistances, car elles sont équilibrées par la force centrifuge des boules. Le régulateur n'a donc à vaincre que le frottement de ses articulations et celui du coin dans le bloc. Ces résistances étant insignifiantes, la sensibilité et la régularité sont très grandes, pourvu que le régula-

Digitized by Google

teur soit suffisamment isochrone ; le régulateur de Porter est préférable au pendule de Watt sous ce rapport.

A l'usine de Herstal on a obtenu une régularité assez grande. Pour des variations de 100 chevaux opérées sur une machine en produisant normalement 60, la vitesse durant la période de réglage ne subit pas d'écart supérieur à 3 0/0.

La consommation de charbon est très faible, environ 1,5 kg par voiture-kilomètre ; ce qui tend à prouver qu'avec des régulateurs à force centrifuge agissant sur la détente, judicieusement établis pour des machines de 60 chevaux exécutant 130 révolutions, il est possible d'effectuer un réglage meilleur qu'avec les machines à très grande vitesse, à régulateur dans le volant, tant employées dans les stations américaines.

La longueur de ces développements, en grande partie d'ordre mécanique, trouvera sa justification auprès des hommes pratiques, aux prises avec les solutions industrielles et dans l'esprit desquels rien n'est à négliger de ce qui doit assurer le succès commercial et la sécurité d'une exploitation. Les ingénieurs et les personnes compétentes qui se consacrent à cette question de la traction électrique savent que l'exécution ne se présente pas sous les aspects simples et faciles de réalisation, tels qu'ils apparaissent aux yeux du public.

Pour compléter la description intérieure de la station centrale, il nous reste à mentionner le tableau de distribution dressé sur la paroi du fond, entre les deux génératrices.

La figure 5 indique schématiquement les pièces qui le composent : deux interrupteurs à trois pôles, deux interrupteurs automatiques, deux ampèremètres des dynamos, un ampèremètre principal, deux voltmètres, paratonnerres à crayons de charbon.

Voie

Le développement total de la voie est de 3 180 m en simple voie normale de 1,435 m d'écartement des rails, avec trois croisements en route et une fourche à chaque terminus.

La figure 6 représente le relevé du profil en long, elle est assez accidentée ; son tracé

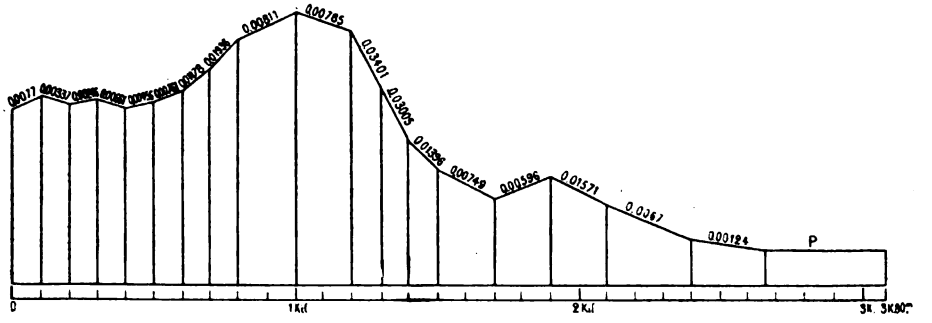


Fig. 6.

franchit des courbes et contre-courbes de 50 m et descendant même jusqu'à 25 m de rayon.

Les rails, système Demerbe, pèsent 32 kg au mètre courant ; ils sont posés sur traverses métalliques, avec interposition de ballast.

Connexions électriques. — Deux fils de fer galvanisé de 6 mm de diamètre, fixés aux rails tous les 2 m à l'aide de coins insérés entre les traverses métalliques et le rail.

On ne s'est pas contenté de ces liaisons avec le sol : huit plaques de terre additionnelles sont noyées dans des puits à 20 m de profondeur. Elles sont constituées par de vieilles roues en fonte de voitures de tramways dont le moyeu est rempli de plomb, dans la masse duquel sont soudés six fils de fer de 6 mm de diamètre.

L'emploi de ces plaques de terre a pour objet d'égaliser le potentiel du rail à celui du

Digitized by Google

sol et d'amener les dérivations possibles dans la nappe liquide inférieure au lieu de les laisser se produire entre les terres superficielles du réseau téléphonique et autres.

En dépit des précautions prises pour éliminer tous les phénomènes perturbateurs du régime téléphonique, des troubles se produisent qui ont attiré l'attention du service des télégraphes et téléphones. Une bonne terre constitue une condition excellente pour l'exploitation d'une ligne de tramway ; mais l'efficacité et l'excellence des moyens appliqués pour assurer le retour du courant par le sol n'affranchissent pas le système des inconvénients inhérents à sa constitution propre. Les phénomènes observés à Liège nous en fournissent une nouvelle preuve. Dans les pays où l'État exerce son monopole sur les réseaux télégraphiques et téléphoniques, les conflits avec les Compagnies de tramways à traction électrique par fil aérien et retour par les rails et la terre sont toujours sur le point d'éclater.

Ligne aérienne

La ligne du conducteur est établie sur poteaux en fer d'angle, pesant 150 à 160 kg.

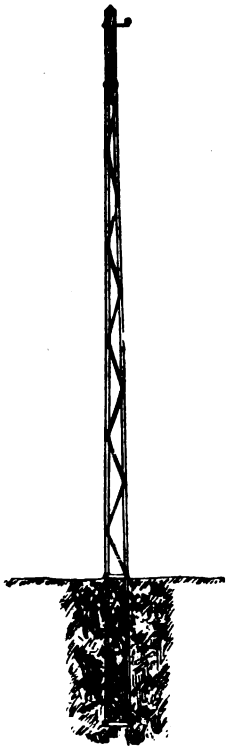


Fig. 7.

La figure 7 représente le modèle de ces poteaux métalliques. Ils sont implantés à une distance moyenne de 35 m. La tête du pylône est couronnée d'une fiche en bois (fig. 8) destinée à fournir encore un isolement passable dans le cas de bris d'isolateurs. Ces poteaux sont très robustes, mais leur aspect est loin d'être flatteur ; certes, il n'aurait pas fallu de grands efforts d'excogitation pour dessiner un modèle où la force et l'élégance de forme auraient été associées dans une complète harmonie. A cette remarque on répondra que la ville de Herstal, sur le territoire de laquelle est établie la ligne, est une localité essentiellement industrielle et manufacturière, et qu'il est parfaitement superflu d'y sacrifier à l'art. Cependant, la gracieuseté du profil est toujours chose agréable à considérer sous tous les climats, sous tous les gouvernements et tous les régimes industriels.

Les poteaux soutiennent aussi les deux feeders aériens qui vont l'un au quart, l'autre aux trois quarts de la ligne près des croisements ; ces deux feeders ont respectivement 35 mm carrés et 150 mm² de section.

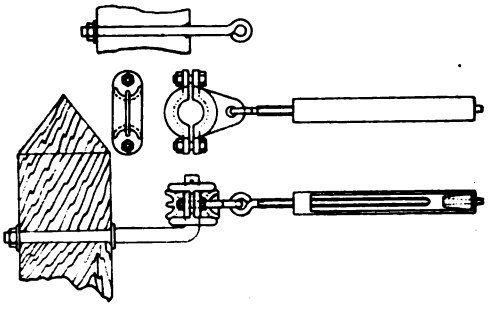


Fig. 8.

Le fil du trolley est en bronze phosphoreux Montefiore de 7 mm de diamètre, monté en partie sur consoles à l'endroit des poteaux et partie sur fils transversaux en acier.

Les isolateurs dits *actua* du fil de contact sont de provenance américaine. La carapace extérieure en bronze est façonnée en forme de cloche dans laquelle est pressée la matière isolante avec la pince d'attache du fil.

Les isolateurs des feeders sont des cloches en porcelaine du modèle de l'État belge.

Le fil du trolley est soumis à une tension de 600 kg, les fils transversaux à une tension de 200 kg, les ancrages à 150 kg, les feeders respectivement à 700 et 100 kg.

La flèche du fil du trolley est de 20 à 35 cm, suivant la portée qui, comme nous l'avons dit, est en moyenne de 35 m.

Digitized by Google

Matériel roulant

La figure 9 montre une vue latérale d'un véhicule.

Châssis. — Le poids du châssis, construit par la Société Saint-Léonard, de Liège, est de 1 950 kg. Il comporte deux essieux montés sur roues à centre en fer forgé, revêtues d'un bandage en acier tourné au diamètre de 760 mm. L'écartement des essieux est de 1,80 m, leur diamètre de 90 mm, avec fusées de 70 mm. La surface d'encombrement du châssis est de 2 m sur 3,660 m. Deux ressorts en volute sont interposés entre les longerons et chacune des plaques de garde.

Caisse. — La caisse est suspendue sur balancier d'équilibre pour empêcher le mouvement de balancement longitudinal. On sait combien est fatigant le tangage éprouvé dans certains types de voiture. La longueur est de 4,60 m, sa largeur de 2,10 m. Sa capacité normale est de 32 places, contenance susceptible d'une très grande surcharge en cas d'affluence de voyageurs.

Le plancher est en chêne, avec trappe de 1,20 m de longueur sur 0,80 m de largeur pour visiter le moteur. Disposition longitudinale des banquettes,

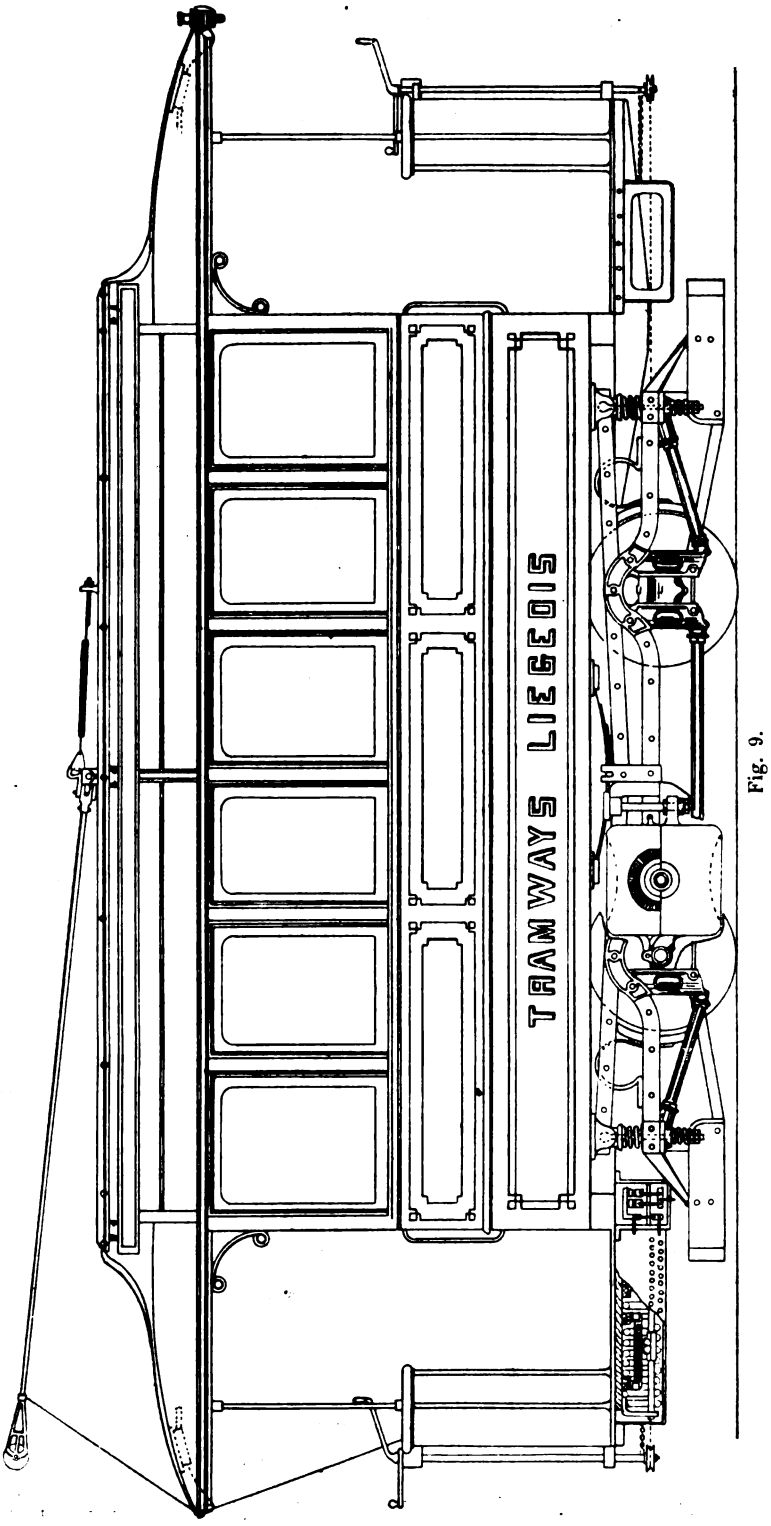


Fig. 9.

Digitized by Google

glaces mobiles pour la période d'été, plateforme de 1,10 m de longueur. La caisse est distante du niveau du rail d'environ 70 cm.

Moteur. — Contrairement à la pratique suivie en Amérique et ailleurs, il n'y a qu'un moteur par voiture commandant un essieu et exerçant sur lui un effort de 25 chevaux effectifs. Suspension consistant en deux coussinets sur l'essieu, deux genouillères garnies de ressorts.

Ce type de moteur waterproof est construit par la Compagnie internationale d'électricité de Liège, les inducteurs en acier coulé sont symétriquement excités par deux bobines embrassant partiellement l'anneau. Le fil induit est enroulé dans des cavités longitudinales pratiquées dans les disques de fer du noyau et communiquant avec l'extérieur par des rainures étroites à travers lesquelles on passe le fil. La caisse des inducteurs s'ouvre pour dégager complètement l'induit. L'enroulement est fait en série.

L'axe prolongé de l'armature est muni d'un pignon en bronze de 11 cm. de diamètre, attaquant une roue dentée en fonte de 55 cm de diamètre, calée sur l'essieu. Les engrenages se meuvent dans une boîte étanche en tôle remplie d'une graisse consistante.

Régulateur de vitesse. — Le réglage de la vitesse s'opère au moyen d'un rhéostat de 35 ohms en fil de maillechort relié à deux cadres de contact sur lesquels passent deux frotteurs en connexion avec les balais du moteur. Ces frotteurs sont commandés par un système de tringles et de manivelle. La marche en avant et en arrière s'obtient par la même manivelle.

Trolley. — Le trolley se compose d'un mât creux conique en acier laminé et soudé avec fourche en fer estampé ; le galet en bronze roule sur un pivot en acier par une douille en cuir non tanné pour empêcher le grippement.

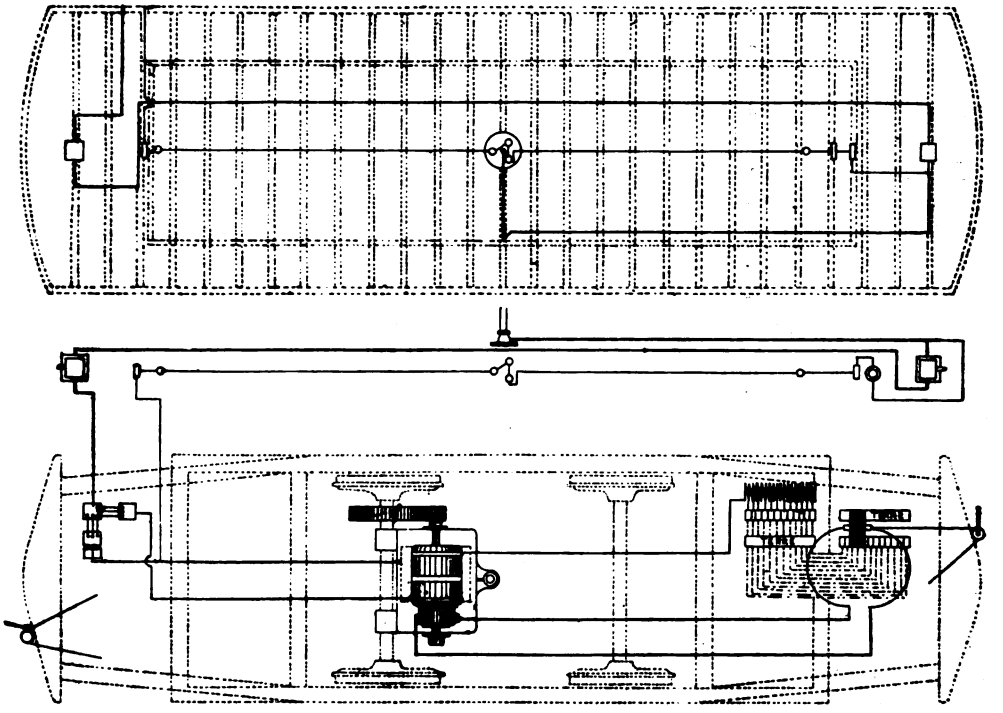


Fig. 10.

Parafoudre. — Consistant en deux peignes de charbons, l'un mis à la terre, l'autre relié au trolley avec fil fusible intercalé.

Digitized by Google

La figure 10 donne un diagramme des connexions d'une voiture. Le courant venant de la ligne traverse, d'une part, le trolley pour se diriger vers les lampes et, d'autre part, passe sccessivement dans les interrupteurs à chaque plate-forme, ensuite dans les inducteurs des moteurs, puis pénètre dans le rhéostat qui le dirige dans un sens ou dans l'autre vers les balais d'où il se rend dans les spires de l'induit pour aboutir au circuit de terre.

La voiture est pourvue de fanaux verts et rouges dont les feux émanent de lampes à huile. Des disques réflecteurs sont disposés à l'avant pour éclairer la voie et à l'arrière sur le toit pour éclairer le trolley sur le conducteur électrique.

Nous espérons avoir réussi à faire connaître l'économie générale de cette installation, la première du genre qui ait été effectuée en Belgique. Nous avons eu l'avantage de la visiter : c'est ainsi que notre carnet de notes a reçu ses développements naturels.

L'initiative de cette entreprise a pris naissance dans un accord commun entre la Société des tramways liégeois et la Compagnie internationale d'électricité. A ces deux groupes, nos meilleures félicitations et nos plus chauds encouragements. Au nombre des collaborateurs de la première heure, nous citerons le nom de M. Dierman, qui a eu la lourde charge de diriger les études de l'installation et l'exécution des travaux. Les ingénieurs de la Compagnie internationale d'électricité ont contribué au succès par l'appoint de leur compétence scientifique et industrielle.

Em. Dieudonné.

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DU PROGRÈS

AU PALAIS DE L'INDUSTRIE

L'Exposition du Progrès touche à sa fin ; aussi nous est-il permis de porter un jugement sur cet ensemble assez hétéroclite de bars de dégustation, de salons d'ameublement et de bazars divers au milieu desquels *apparent rari* quelques objets réellement intéressants.

Est-ce parce que ces expositions se renouvellent chaque année qu'elles restent si infécondes? Nous serions tentés de le croire. Le Progrès, quelque vite qu'il marche, ne fait pas des pas de géant, et le hall du Palais de l'Industrie semble trop vaste pour le génie inventif de nos contemporains. Il se peut aussi que les applications les plus intéressantes ne se montrent pas dans ces expositions, d'une part, à cause des frais considérables qui en résultent, et d'autre part, à cause du peu de résultat certain qu'on en peut attendre au point de vue scientifique ou industriel; nous croyons même que là est la véritable raison de la défaveur que rencontrent ces expositions auprès du public et qui semble avoir été plus grande encore cette fois-ci que les années précédentes.

Nous ne voudrions pas qu'on put un seul instant croire que nous faisons remonter les causes de cet état de choses aux organisateurs eux-mêmes, auxquels nous serions personnellement désolés d'être désagréable et qui ont d'ailleurs fait tout ce qui était possible pour rendre intéressante et utile aux sciences et à l'industrie l'Exposition du Progrès ; nous sommes cependant obligé de constater que les résultats n'ont pas couronné leurs efforts.

Au point de vue des applications de l'électricité, qui est le seul sur lequel nous nous étendrons dans les colonnes de ce journal, il devait y avoir un « clou » selon le terme consacré; et ce clou, proposé par M. Hospitalier, lequel faisait partie du Comité, devait être la distribution de la force dans la Galerie des Machines au moyen du courant alternatif emprunté au secteur des Champs-Élysées.

Digitized by Google

Il est fort heureux et c'est là, à coup sûr, le résultat le plus intéressant de l'Exposition, que cet essai ait été tenté, parce qu'il a démontré que, dans l'état actuel, la question n'était pas mûre et qu'il reste aux constructeurs énormément, pour ne pas dire tout, à faire dans cette voie.

On avait fait appel à toutes les bonnes volontés ; nous n'avons pas à rechercher les raisons de l'abstention de la plupart des constructeurs, mais nous constatons que quatre seulement ont répondu à l'appel et dans toute la Galerie des Machines un seul moteur de construction française à courants alternatifs a été employé comme force motrice en dehors des expositions propres des constructeurs. Deux maisons suisses et une maison anglaise ont fourni quelques moteurs. Mais là encore une des infériorités du moteur alternateur a été rendue patente ; le secteur des Champs-Élysées distribue le courant avec 42 alternances, certains moteurs étaient calculés pour 65, d'autres pour 80, d'autres enfin pour 130. Un constructeur expose un moteur qui est en désaccord avec le courant du secteur. Ce moteur a mauvais caractère et ne trouve pas que la forme de ce courant lui convienne, aussi refuse-t-il de démarrer malgré toutes les facilités qu'on lui en donne en l'aidant avec un moteur à courants continus.

Comme nous le disions plus haut, la question n'est pas mûre et deux solutions seulement se présentent pour la résoudre : ou bien tout le matériel employé sur un circuit à courant alternatif devra être fourni par le même constructeur, ce qui, en empêchant la concurrence, est mauvais au point de vue industriel ; ou bien tous les constructeurs devront s'entendre pour adopter des constantes uniformes pour leurs machines. Mais nous croyons plus facilement à l'adoption du volapük par les Chinois qu'à l'entente entre les divers électriciens de tous les pays.

Ceci dit et sans que nous ayons de fiel contre personne, même contre le courant alternatif qui n'est pas encore arrivé à la perfection et qui reste, malgré tout, moins élastique dans ses applications et moins facilement maniable que le courant continu, nous ferons une rapide énumération des objets intéressants parmi ceux qui sont exposés.

Tout d'abord, si nous consultons le catalogue, nous trouvons dans la classe « Électricité » un nombre considérable de fabricants d'appareils d'éclairage : bronzes, lustrerie, etc., nous n'en parlerons pas ; toutefois nous remarquerons volontiers que les fabricants semblent entrer dans une bonne voie en créant des types nouveaux réellement appropriés au nouvel éclairage au lieu de continuer à adopter de vieux modèles créés pour le gaz. Dans cet ordre d'idées, on trouve dans plusieurs expositions des fleurs et des feuillages peints de couleurs naturelles et qui sont d'un très heureux effet.

Un des grands défauts de l'Exposition est le peu de groupement des diverses industries se rattachant à la même idée ; pour satisfaire au désir des exposants, qui ne sont probablement pas faciles à contenter, il a fallu laisser s'installer celui-ci dans la Galerie des Machines, tel autre dans la grande salle, un troisième au premier étage ; il en résulte un manque d'unité qui rend très difficile au visiteur une étude complète.

Nous suivrons, pour n'oublier aucun des points qui méritent être cités, l'ordre alphabétique, adopté d'ailleurs par le catalogue, en passant sous silence nombre de petits étalages qui n'ont de rapport avec l'électricité que par l'impossibilité où nous sommes d'en deviner la nature.

Un groupe de deux dynamos directement accouplées avec leur moteur est exposé par M. Brezol, de Charleville ; ces machines, du type à quatre pôles, ne nous ont paru offrir d'autre particularité qu'une bonne ventilation ; les protubérances radiales, servant à la fois de support aux bobines inductrices et de pièces polaires, sont creuses et l'air est aspiré par la rotation de l'induit à travers le canal ainsi formé. Un grillage métallique empêche l'entraînement des poussières. Il est permis de se demander si ce vide de la pièce polaire n'est pas, d'autre part, préjudiciable, à cause du groupement particulier des lignes de force.

Digitized by Google

M. Cadiot, de Paris, présente divers petits moteurs à courant continu et à courants alternatifs, de construction étrangère ; il expose également des appareils de chauffage ; c'est un intéressant et élégant étalage de jouets électriques dont la construction semble fort soignée. Nos constructeurs devraient se mettre à fabriquer, eux aussi, ce genre de petits appareils qui ont grande chance d'être accueillis avec faveur par le public pour quantité de besoins domestiques.

La Compagnie anonyme continentale a fourni tous les compteurs employés dans les installations particulières d'éclairage ou de force dans le Palais de l'Industrie. Le compteur employé est un wattmètre à intégration continue du système Brillié, nouveau modèle.

Ce fort ingénieux et intéressant appareil a été décrit dernièrement par notre confrère l'*Industrie électrique*. Les perfectionnements qui y ont été apportés depuis sa description dans l'*Électricien* sont si considérables que nous comptons en donner sous peu une étude complète ; c'est pourquoi nous ne nous étendrons pas plus longtemps aujourd'hui sur ce sujet, bien que nous considérions, tant au point de vue de la construction qu'à celui du principe, ce compteur comme l'un des appareils les plus intéressants de toute l'Exposition.

Le secteur des Champs-Élysées expose (?) son courant ; c'est sans doute à ce titre que le nom de cette Société figure au catalogue. La Compagnie de l'industrie électrique a fourni une dynamo Thury accouplée directement à un moteur Willans exposé par M. Croizier. Ces deux types de machines sont trop connus pour que nous nous y arrêtions ; ils sont d'ailleurs de tous points irréprochables. Nous noterons en passant la disposition particulière des balais en charbon placés en assez grand nombre, chacun avec un ressort particulier, sur une même génératrice du collecteur.

Les lampes de la société « La Française » éclairent un groupe très heureusement orné, dans lequel, outre les machines Thury et Willans dont nous avons parlé, se trouvent nombre de lustres fort élégants de M. Léon Albert. Nous avons vu là des lampes à très faible consommation (2,5 watts, par bougie) qui dureraient 400 heures ; la tendance des fabricants à diminuer la vie des lampes pour en augmenter le rendement est de plus en plus marquée. Nous ne croyons pas qu'à moins de cas spéciaux la pratique de ces lampes se justifie encore pleinement. Quels sont, en effet, les consommateurs qui se résoudront à briser une lampe au moment critique ? Dès lors il est à craindre qu'une lampe très poussée au début ne noircisse rapidement et que les 16 bougies nominales ne tombent à 7 ou 8.

MM. Guitton et Bertolus de Saint-Etienne, et J.-J. Heilmann, de Paris, exposent, les premiers, des moteurs à courants alternatifs de la Société d'Oerlikon ; le second, ceux de MM. Brown-Boveri. Nous regrettons de ne pouvoir donner aucun renseignement sur ces moteurs ; ceux que nous avons eus, en effet, nous ont été communiqués par suite de circonstances spéciales qui ne nous permettent pas d'en user. Nous croyons que les constructeurs ont tort de laisser planer sur leurs appareils un mystère qui pourrait faire croire qu'ils ne sont pas à l'abri des critiques. Pour notre part, nous n'entreprendrions jamais une installation avec un appareil sur lequel nous n'aurions que des renseignements commerciaux. Sans entrer dans des détails, nous constaterons que les moteurs des deux constructeurs suisses sont robustes et peu encombrants ; l'absence de balais leur donne une sécurité de fonctionnement considérable ; nous ferons nos réserves sur leur rendement. Il est vrai que, comme nous l'avons dit plus haut, ces moteurs étaient calculés pour un nombre d'alternances très supérieur à celui du secteur des Champs-Elysées.

Nous avons passé sous silence plusieurs noms d'inventeurs malheureux, nous pourrions en faire autant pour M. Lanquest, lequel a présenté une série de petits traités sur l'électricité ; cependant, nous croyons bien faire en mettant le public en garde contre des vulgarisations de ce genre qui ne peuvent que nuire aux personnes qui veulent s'occuper de

Digitized by Google

questions d'électricité domestique, en leur donnant de singulières notions. On y lit, par exemple, qu'une pile électrique comprend « un charbon appelé aussi cuivre » (!!!) ; et plus loin : « On entend par charbon le vase poreux avec le charbon de cornue et le bioxyde de manganèse. »

Nous n'abuserons pas plus longtemps de la patience de nos lecteurs et nous passerons à M. Mugnier, qui expose deux pianos fonctionnant par l'électricité. Il y a là une étude complète fort bien faite d'une application particulière du mélotrope de M. Carpentier.

M. Patin a réuni dans la Galerie des Machines un ensemble complet auquel il nous faudrait nous arrêter longuement ; malheureusement, nous sommes limités par la place. Nous renverrons donc nos lecteurs aux divers articles publiés dans l'*Électricien* pour la description de la dynamo volant et des transformateurs de ce constructeur. Nous signalerons tout particulièrement un moteur dont le journal doit donner prochainement une description ; ce moteur à courant alternatif démarre sous charge, il est asynchrone ; il suffit d'un décalage des balais pour changer le sens de la rotation ; enfin, son rendement semble élevé. En dehors de ce modèle, M. Patin présente plusieurs autres moteurs, dont l'un sans balais ; cette exposition présente un grand intérêt par la variété des principes appliqués dans les divers appareils, laquelle fait grand honneur au génie inventif du constructeur et de ses collaborateurs. Nous ferons, toutefois, encore ici une remarque : les renseignements techniques sont difficiles à obtenir ; on peut constater que cela tourne, mais pourquoi ?

MM. Plicque et Blanche montrent une petite installation avec des modèles d'appareils de distribution consciencieusement et robustement étudiés ; une lampe à arc a particulièrement attiré notre attention : c'est une lampe à trembleur dans laquelle les deux porte-charbons sont accouplés par un cordonnet sans fin ; l'effort moteur est tout entier emprunté au moteur trembleur. Ce dernier présente une particularité intéressante : le trembleur agirait, dit-on, sans interruption du courant dérivé, simplement par suite du rappel du ressort antagoniste très court qui ramène l'armature au moindre déplacement ; l'interruption se produirait seulement quand l'arc est beaucoup trop long. Nous ne croyons pas beaucoup, pour notre part, à cet effet et nous pensons plutôt qu'il y a interruption à chaque mouvement du trembleur ; quoi qu'il en soit, la lumière est d'une fixité remarquable.

La maison Poilpré est une de celles qui ont fait, pour l'Exposition, les plus grands sacrifices ; bien que ne s'occupant pas, en général, des installations, elle a entrepris celle de tout le Palais de l'Industrie pour pouvoir y montrer, dans toutes leurs applications, ses modèles d'appareils de distribution.

Ils sont assez connus pour que l'éloge n'en soit plus à faire ; nous citerons, en particulier, les interrupteurs généraux servant aux circuits d'éclairage et de distribution de force.

De nombreux tableaux sur bois, sur marbre ou ardoise ont été également montés par cette maison dans diverses expositions particulières.

M. Raffard, auquel l'industrie est redevable de quantités d'inventions utiles, rappelle dans une brochure, avec plans et dessins, qu'il a été le premier à réaliser un tramway électrique et à proposer la traction électrique sur les chemins de fer.

L'ordre du catalogue nous amène à la Société des établissements Cail : son exposition est de beaucoup la plus importante et la plus intéressante de toutes celles que contient la Galerie des Machines. C'est une station centrale complète avec un moteur à vapeur, un alternateur avec transformateur, des machines à courant continu employées comme génératrices et comme réceptrices, un tableau de distribution très complet des circuits d'arc et d'incandescence, etc.

La fabrication des câbles Berthoud-Borel est également représentée par des échantillons de câbles et de boîtes de jonction.

L'alternateur Cail-Helmer, qui voyait le jour pour la première fois, semble n'avoir qu'à

Digitized by Google

gagner à cette exhibition ; le *Génie civil* a dernièrement décrit tout ce matériel nouveau et l'*Electricien* en donnera sous peu une description complète à ses lecteurs.

Nous signalerons encore comme très intéressant un ondulateur dans lequel le circuit induit et le circuit inducteur, bobinés côte à côte sur des protubérances radiales, sont fixes, la seule partie mobile étant un cylindre à section étoilée formée de tôles juxtaposées enfilées sur un axe mû par un moteur quelconque. Les variations du champ magnétique créé par l'inducteur, par suite de la rotation de la pièce étoilée qui fait à chaque instant changer la longueur des lignes de force, produisent dans l'induit un courant ondulé. Il n'y a naturellement ni collecteur ni balais.

Le rendement de l'appareil doit être évidemment faible, mais il peut être d'une grande utilité comme transformateur de courant continu en courant ondulé.

Les lampes de la Société Pulsford-Triquet et C^ie^ ont été employées dans les installations particulières faites sur le secteur.

La société « L'Éclairage électrique » expose ses machines du type Rechniewsky si connues et si appréciées ; le moteur à courants alternatifs avec excitatrice calée sur l'axe ne nous a pas semblé encore sorti de la période d'étude ; et en fait, à moins de posséder des accumulateurs dans la station, comment fera-t-on démarrer la machine ?

Nous nous abstenons de commentaires pour ne pas porter de jugements téméraires faute de renseignements. Le matériel à courants continus et à courants alternatifs de cette Société a d'ailleurs fait ses preuves.

La lampe Thiercelin est une lampe à pendulum avec mouvement d'horlogerie ; elle est bobinée en dérivation. Le poids moteur est considérable et les détails de construction sont bien étudiés, particulièrement ceux qui ont trait au réglage.

(*à suivre.*) M. LEROY.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

L'emploi des accumulateurs dans les stations centrales

La question d'emmagasinage de l'énergie électrique est certainement l'un des problèmes les plus importants dans l'organisation économique d'une station centrale.

Le journal anglais *Electricity* constate que les dynamos donnant un rendement de 90 0/0 et davantage ne sont plus aujourd'hui une exception et qu'un rendement analogue peut actuellement être obtenu par des accumulateurs. Après avoir rappelé que les accumulateurs rudimentaires et encombrants, qui étaient utilisés il n'y a pas plus de cinq ans, ne donnaient qu'un rendement légèrement supérieur à 60 0/0, il dit que l'on trouve aujourd'hui, dans quelques-unes des plus importantes stations centrales du continent, des batteries qui, dans la pratique courante, ont, d'après les autorités les plus incontestables, un rendement de 80 à 90 0/0.

Ce n'est que récemment, dit notre confrère anglais, que ce brillant résultat, obtenu avec les accumulateurs Hagen, a été publié et les résultats dont nous nous occupons ont été constatés, pendant les deux dernières années, dans les stations centrales de Cassel, Dessau, Hambourg, Hanovre et Breslau.

A Cassel, les mesures effectuées les 30 juin et 1^er^ juillet 1891 indiquèrent un rendement de 86 à 87 0/0 ; à Dessau, divers essais faits en 1890 permirent d'évaluer le rendement moyen à 78,9 0/0, ce rendement ayant atteint 79,3 0/0 en 1891 ; à Hanovre, pendant l'année 1891, on a obtenu un rendement moyen de 92 0/0 en ampère-heures et de 80 0/0 en watt-heures ; enfin, à Breslau, le rendement moyen en ampère-heures était de 95 0/0 et en watt-heures de 80 0/0.

Indépendamment des recherches faites dans ces diverses stations pour connaître le rendement des accumulateurs, on a également étudié

Digitized by Google

les avantages que l'on pouvait retirer de l'emploi des batteries.

Ces avantages, d'après les observations faites à la station de Dessau, peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Les variations brusques de l'intensité lumineuse des lampes ainsi que du voltage, résultant des grandes variations de consommation, sont supprimées, aussi bien que les secousses inévitables des moteurs ;

2° En cas d'accident subit atteignant les machines en service, une partie de la consommation peut être fournie par les accumulateurs ;

3° Les moteurs à gaz actionnant les dynamos, travaillant dans les conditions de charge les plus favorables, les économies suivantes ont été réalisées par cheval-heure :

a) Consommation de gaz réduite de 920 litres à 750 litres ;

b) Consommation d'eau de condensation réduite de 62 litres à 24 litres ;

c) Consommation d'huile réduite de 20 grammes à 10 grammes ;

4° Le courant étant fourni aux abonnés à n'importe quelle heure de la journée, il est possible, grâce aux accumulateurs, d'éviter le travail de nuit.

A la station centrale de Hambourg on a constaté les faits suivants.

La consommation de coke (les chaudières sont exclusivement chauffées au coke) pendant les trois premiers mois de 1892 (une batterie d'accumulateurs ayant été installée fin novembre 1891) était de 31 0/0 inférieure à celle de la même période de l'année précédente, quoique la consommation de courant eût été, pendant la même période de 1892, supérieure de 3 0/0. Durant le deuxième trimestre de 1892, les résultats obtenus étaient encore plus favorables, puisque la consommation de coke était de 42 0/0 moindre avec une consommation de courant augmentée de 10 0/0.

De tels faits se passent de commentaires et il est évident que l'emploi des accumulateurs est tout indiqué dans les stations centrales qui ont tout intérêt à assurer une exploitation rationnelle et économique.

A. M.

Le cuivrage de la coque des navires par l'électricité

Il serait superflu de démontrer les avantages de la doublure en cuivre pour la protection des coques de navire contre l'envahissement des végétaux et coquillages marins. Il suffit de rappeler ce que le chef des constructions navales aux États-Unis disait à ce sujet dans un récent rapport.

« Le cuivre, disait-il, facilement attaqué par l'eau de mer, donne naissance à du vert-de-gris qui, par suite de son peu d'adhérence au métal, se détache sous le moindre effort, soit par l'agitation des vagues, soit par le mouvement même du navire, et entraîne tous les dépôts formés par des animaux ou des végétaux ; ainsi se maintient constamment nette et propre la surface en contact avec le liquide. Malgré la continuité de cette corrosion, il est reconnu que le cuivre perd en quinze ans un tiers seulement de son épaisseur. »

D'après les journaux américains, c'est aux États-Unis que vient de s'appliquer pour la première fois le procédé électrolytique de doublage des navires.

Les renseignements suivants, que nous empruntons à un article de M. Ph. Delahaye, publié dans la *Revue industrielle*, nous donnent une idée des procédés employés.

Ces procédés, brevetés par M. Th.-S. Crane et exploités par la « Ship Copper Plating C° », de Newart, consistent à former sur la coque un dépôt électrolytique, en opérant par bandes dont les bords se recouvrent successivement de manière à éviter tout joint et toute solution de continuité. L'opération s'exécute au moyen de cuves de forme rectangulaire, ouvertes par le haut et s'appuyant par un joint étanche sur la muraille à cuivrer. Les parois de la cuve sont assez flexibles pour suivre la courbure moyenne, et des cuves spéciales sont établies pour la quille, la poupe et le logement du gouvernail.

Les expériences ont montré que le cuivre ainsi déposé couvre parfaitement la coque, et il adhère si bien à l'acier qu'il ne peut en être détaché sans que celui-ci soit lui-même détérioré.

Au point de vue du prix et du temps, on a calculé qu'un nombre quelconque de cuves, de 1,20 × 3 m, peuvent être mises et maintenues en service pendant 70 heures, en absorbant 6,5 chevaux par cuve. Pour un navire de 120 m de longueur, on pourrait utiliser en même temps sur chaque bord 60 cuves disposées en trois séries et absorbant 390 chevaux, soit en tout 120 cuves et 780 chevaux, au prix de 750 francs par jour. Un navire d'un tirant d'eau de 6 m peut être cuivré jusqu'à la ligne de flottaison, en huit ou neuf jours, sur une surface de 2 000 mètres carrés et recevoir environ 25 tonnes de cuivre.

Digitized by Google

D'après ces données, avec du cuivre estimé à 1,32 fr le kilogramme, la dépense s'élèverait à 7 500 fr pour la force motrice et à 32 500 fr pour le métal, soit 40 000 fr en tout.

D'après M. Ph. Delahaye, ces chiffres seraient quelque peu hypothétiques et il leur faudrait une autre sanction que celle d'un journaliste américain. Il convient toutefois, dit-il, de les indiquer, ne fût-ce que pour provoquer de nouvelles tentatives dans une voie où le succès final parait assuré.

A. M.

Concentration de l'acide sulfurique par l'électricité

La concentration industrielle de l'acide sulfurique présente certaines difficultés, provenant de ce fait qu'on ne peut employer que des vases de platine, de verre ou de porcelaine. L'emploi du platine a prévalu dans la pratique; les appareils deviennent donc très coûteux; de plus, on constate que l'acide sulfurique dissout une petite quantité de platine, de sorte que les cornues n'ont qu'une durée limitée.

M. Bertram Blount propose, pour obvier à cet inconvénient, de chauffer l'acide à concentrer, au moyen d'un conducteur en platine plongeant dans le liquide et traversé par un courant électrique suffisant pour porter sa température à 150 degrés au-dessus de celle de l'acide. Celui-ci peut dès lors être contenu dans des vases non métalliques, qui ne sont plus sujets à rupture, puisqu'ils ne transmettent plus la chaleur. 117 kg d'acide demandent, pour être concentrés, de 60 degrés B. à 66 degrés (ce qui ramène le poids à 100 kg), 32 679 calories, soit 44,2 chevaux-heures; la concentration électrique exigerait ainsi une dépense de combustible cinq fois plus grande que la concentration directe; mais il se pourrait, en raison des avantages énumérés ci-dessus, que le coût final de l'opération fût néanmoins plus faible que par le chauffage direct.

M. Blount préconise l'emploi d'un fil de platine de 5 mm de diamètre et 77 cm de long, chauffé à 480 degrés centigrades par un courant de 364 ampères. Ce fil pourrait concentrer 24 kg d'acide en cinq heures. La différence de potentiel maxima serait de 5 volts; elle semble insuffisante pour donner lieu à une perte sensible de platine par électrolyse : cette perte pourrait du reste s'éliminer complètement par l'emploi de courants alternatifs.

F. D.

INDEX

ELECTRICIAN (10 novembre)

Les unités de chaleur et de température. — Remarques sur une proposition ancienne de MM. Forbes et Preece, définissant le degré : l'élévation de température communiquée par 1 joule à 1 gr. d'eau

La concentration électrique du vitriol, par M. Bertram Blount. — Remarques sur l'avantage éventuel qu'il y aurait à produire l'évaporation de l'eau par des spirales de platine immergées dans l'acide et parcourues par le courant électrique.

La traction électrique à Hirslanden. — Description succincte d'une usine de tramway établie par les ateliers d'Oerlikon, avec adjonction d'une batterie d'accumulateurs pour régulariser la puissance.

Le joint Bowden pour câbles à haute tension. — Description illustrée d'un dispositif breveté permettant de faire sans danger un joint remplaçant une épissure.

Les pyromètres électriques, par M. C. Roberts Austen (extrait d'une conférence à la *Society of Arts*). — Historique de la question; indication sommaire du principe des principaux appareils. — L. M.

ELECTRICAL WORLD (4 novembre)

La puissance lumineuse des projecteurs, par C. Hering. — Réponse à la note précédemment citée de M. Steinmetz.

Les applications industrielles des accumulateurs, par J. Arnold. — Généralités sur la question.

La puissance des lampes à incandescence, par M. A.-G. Davis. — Recherche d'une formule empirique reliant la puissance en bougies aux watts dépensés, en se basant sur les recherches récentes de MM. Feldmann et Nagtglas-Versteeg (*Bulletin de l'Association des ingénieurs de Montefiore*).

Le transformateur Hedgehog et les condensateurs, par F. Bedell, K. Miller et G. Wagner (extrait d'un Mémoire lu à l'Institut des électriciens américains le 18 octobre). — Recherche expérimentale sur le transformateur Hedgehog, par la méthode des contacts instantanés; influence d'un condensateur en dérivation.

L'électricité à l'Exposition de Chicago. — Description des installations de la Compagnie Mather (transmission de force), de la maison Willans (machines Willans) et de la *Crosby Geauge and Valve C°* (manomètres, indicateurs, etc.).

Les feeders souterrains dans les lignes de tramways électriques, par le Prof. Jackson (extrait d'un Mémoire présenté à l'Association des tramways).

Nouveau mode de tarif pour les usines centrales, par C. Fricker (*fin*).

Digitized by Google

Le système Waddell-Eztz de traction électrique par accumulateurs. — Description très complète des installations de la ligne de la seconde avenue à New-York ; frais d'exploitation et entretien des accumulateurs (élément cuivre-zinc-potasse).

Notes de laboratoire, par J. Patten (*suite*). — Description de dynamos d'essais.

Lampes à incandescence de grande puissance. — Lampes de la *New-York and Ohio C°* de 200, 300 et 500 bougies.

Matériel des lignes aériennes de tramway. — Description de divers appareils de la *General Electric C°*.

AMERICAN JOURNAL OF SCIENCE (novembre 1893)

La multiplication de la fréquence des oscillations électriques, par A.-H. Patterson et C. Arnold. — Expériences et remarques sur certains phénomènes d'oscillations électriques. — E. M.

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Rupture d'un volant de 20 tonnes dans une usine de tramways. — Un sérieux accident est arrivé, le 12 octobre, à Brooklyn, dans une usine motrice de tramways électriques : le volant, pesant plus de 20 tonnes et d'un diamètre de 6 m s'est brisé tout à coup pendant le service. Le bâtiment a été complètement éventré et plusieurs personnes blessées sérieusement : un mécanicien qui était de service, une ouvrière dans les ateliers de réparations et un ouvrier n'appartenant pas à l'usine. Un bloc pesant 3 tonnes a été lancé à une grande distance, et est venu s'enfoncer de 3 m dans la terre. — E.

La traction électrique à Milan. — Milan est la première ville d'Europe qui ait eu une usine centrale d'électricité; elle a tenu à être également en bon rang pour la traction électrique. On vient en effet d'inaugurer, le 1er novembre, la première ligne à traction électrique.

Cette ligne, qui est à double voie, va de la place du Dôme au cours Semproni, sur une longueur de 3 012 m. La ligne comporte un fil de trolley de 5,25 mm et un feeder de 100 mm² de section ; le fil de trolley est porté par des fils transversaux en acier tendus entre les maisons ou supportés par des poteaux en acier; les voitures au nombre de 10, prévues pour 34 places, sont pourvues d'un moteur type W-P de 15 chevaux, avec un contrôleur sur chaque plate-forme. L'usine comporte deux dynamos Thomson-Houston de 100 kilowatts à 500 volts, avec un moteur Armington-Sims et une machine de la maison Tosi et Cie de Legnano.

Toute la partie électrique a été faite par la Compagnie française Thomson-Houston, pour le compte de la *Societa generale italiana di elettricitta sistema Edison.* — E.

Un cas de fulguration. — Les *Archives de médecine et de pharmacie militaires* publient une auto-observation d'un cas de fulguration, qui a un double intérêt, d'abord à cause de la rareté des observations de cette nature, et ensuite parce que le narrateur est un médecin militaire, M. J. Chenet, qui a pu décrire d'une façon assez précise les phénomènes insolites qui se sont alors produits. Nous laissons donc la parole à M. Chenet, qui nous avertit d'ailleurs qu'il ne fait que reproduire des notes prises en 1889, au moment même où il se trouvait encore sous l'influence de la secousse qu'il venait de ressentir :

« Le 27 août 1889, je quittais les montagnes de l'Aurès où j'étais allé en transport à Fedi-el-Kadi pour le parquet de Batna et je me dirigeais vers cette ville où j'étais en garnison. J'avais comme compagnons de route M. Orfila, administrateur adjoint à la commune mixte de l'Aurès, et deux Arabes qui nous servaient de guides; nous étions tous les quatre à cheval. Le 26, à huit heures du soir, nous avions été surpris à Bahli, dans la vallée de l'oued Abdi, par un orage assez violent qui avait duré trois quarts d'heure, Pendant la journée du 27, la chaleur avait été accablante. Depuis sept heures du soir, nous entendions des coups de tonnerre dans toutes les directions, mais il ne pleuvait pas, on ne sentait pas de vent. A neuf heures et demie, nous ne nous trouvions plus qu'à 1 500 m environ du bordj de Marcouna, habité par l'administrateur et ses adjoints, à 16 km et demi de Batna ; nous arrivions alors au sommet d'un monticule inculte et complètement déboisé, situé à 1 300 m d'altitude. Tout à coup le vent se mit à souffler avec violence — l'anémomètre n'eût certainement pas donné une vitesse inférieure à 30 ou 40 m par seconde, — venant de l'ouest, suivant une petite vallée qui prend naissance en arrière de Lambèse et qui passe à 1 200 ou 1 500 m derrière Marcouna. Cette vallée est bordée d'arbres au sud et de terrains de culture au nord. Le monticule sur lequel nous nous trou-

Digitized by Google

vions ferme cette vallée à l'est. En même temps que le vent soufflait en ouragan, un orage arrivait directement sur nous par la vallée dont je viens de parler. La lumière des éclairs était plus éblouissante, les coups de tonnerre étaient plus éclatants qu'auparavant. L'éclair et la détonation étaient très rapprochés l'un de l'autre, il y avait un intervalle de 2 ou 3 secondes entre ces deux phénomènes. Quelques grosses gouttes d'eau commençaient à tomber; malgré la nuit, à la lueur des éclairs, nous marchions encore et assez éloignés les uns des autres, dans l'ordre suivant : à une cinquantaine de mètres en avant de moi, un Arabe qui nous servait de guide, à une vingtaine de mètres derrière moi, et un peu à droite, M. Orfila. Le second cavalier arabe, derrière M. Orfila, fermait la marche. Le vent s'était un peu calmé; soudain, une lueur immense, blanche, en forme de boule, éclata sous les jambes de mon cheval et m'enveloppa entièrement ainsi que ma monture. Je ressentis une violente commotion; mon cheval, sous moi, était agité de tremblements; je croyais qu'il allait s'abattre; je sentais des étincelles me sortir des doigts; ma barbe et mes cheveux me semblaient hérissés, et surtout j'avais perdu momentanément la vue; je cherchais à voir en ouvrant démesurément les yeux, mais l'impression de la couleur blanche persistait toujours sur la rétine; j'étais aveuglé.

« M. Orfila me criait : « Qu'avez vous, docteur? « Vous êtes tout lumineux. Jetez la baguette que « vous avez à la main, elle est en feu. » Ce que j'avais, je ne le sentais que trop. J'ouvris la main et laissai échapper la baguette qui me servait à activer l'allure de mon cheval, et autour de laquelle serpentaient des étincelles électriques. A ce moment, je vis à mon tour M. Orfila et son cheval lumineux. La tête et l'encolure de mon cheval l'étaient également. La décharge avait été tellement violente et inattendue, que je ne pus me rendre compte s'il y avait eu un coup de tonnerre ou non. M. Orfila et les Arabes m'ont assuré ensuite qu'il y avait eu une détonation. Je répondis à mon compagnon de route : « Nous « venons de subir une décharge électrique, nous « nous trouvons malheureusement sur une hau- « teur, descendons immédiatement de cheval « pour être moins élevés. » Et je mis pied à terre, en gardant les yeux fermés, et en me promettant bien de me rendre compte des phénomènes qui pourraient se produire de nouveau. Les mouvements du cœur et ceux de la respiration étaient à ce moment considérablement ralentis. Quelques secondes à peine s'étaient écoulées, lorsque je vis, bien qu'ayant les yeux fermés, une flamme énorme, de couleur blanche, aussi éblouissante que la première, m'entourer de toute part, me recouvrir tout entier. Au milieu de ces phénomènes électriques, je ressentais des secousses violentes et j'éprouvais une sensation d'horreur qu'il m'est difficile de définir. Il me fallut toute ma volonté et la crainte que j'avais d'être couché au milieu de cette flamme pour ne pas tomber à terre. J'entendais au même moment de nombreux pétillements autour de moi et, à une distance qui me parut être un mètre au-dessus de ma tête, un coup de tonnerre sec et de courte durée. Je sentais, comme à la précédente décharge, des étincelles me sortir des mains. J'entr'ouvris les yeux et je vis encore mon cheval tout lumineux. Je me sentais très affaibli et j'étais persuadé que j'allais succomber, lorsqu'une troisième décharge, beaucoup plus violente que les deux premières, me renversa à terre. J'avais toujours les yeux fermés, mais je vis nettement à 50 centimètres en avant de moi, environ, une barre de feu en zigzag, en même temps que j'entendais là, devant moi, un bruit sec et déchirant. Cet éclair était dirigé de l'est à l'ouest, en sens inverse du vent, sa couleur était d'un blanc rougeâtre. Je m'étais senti soulevé de terre, en même temps que je recevais une violente poussée sur la partie antérieure du corps et sur le côté gauche. M. Orfila me cria : « Docteur ! Docteur ! qu'avez-vous ? » Je lui répondis : « Je suis toujours là, mais si cela con- « tinue, je vais succomber... aussi près de « Batna ! » Presque immédiatement après cet éclair en zigzag, la pluie tomba en grande quantité, mais pendant très peu de temps. Je m'étais relevé. Il y eut encore un quatrième éclair, cette fois en boule, qui m'électrisa comme les premiers, mais à un degré moindre. Puis, les nuages électriques furent emportés rapidement au loin par le vent, car il s'écoula environ 3 ou 4 secondes entre le moment où je vis un cinquième éclair et celui où j'entendis le bruit du tonnerre. Malgré l'engourdissement, les secousses et les fourmillements que je ressentais dans le côté gauche du corps, je pus continuer ma route et arriver à Marcouna. Les battements du cœur et les mouvements respiratoires étaient alors très notablement accélérés. Mes compagnons, comme je l'ai dit plus haut, avaient éprouvé, mais à un degré beaucoup moindre, les mêmes phénomènes que moi. A un moment donné, ils m'avaient cru mort.

« Il est très surprenant que la foudre n'ait atteint ni un autre homme ni un animal. La multiplicité des décharges et le peu d'intervalle qui les séparait l'une de l'autre démontrent que les nuages se trouvaient à une très faible hauteur au-dessus du sol. Les éclairs en boule paraissaient sortir de terre; nous avons dû subir les effets de la foudre ascendante.

« J'étais en costume de chasse, je n'avais comme attribut militaire que mon képi recouvert d'un couvre-nuque en toile. Les broderies, après l'orage, en étaient toutes noircies. Je n'avais pas ma montre sur moi. L'argent que renfermait mon porte-monnaie n'avait pas été atteint par le fluide électrique.

Digitized by Google

« On dit que l'on respire des émanations sulfureuses aux endroits où la foudre est tombée. Je n'ai pas constaté ce fait ; l'air que je respirais pendant les phénomènes que je viens de décrire me semblait lourd, mais n'avait pas d'odeur caractéristique.

« J'arrivai le 28 de très bonne heure à Batna. Je me déshabillai et je constatai des ecchymoses suivant une ligne arborisée, ainsi que des plaques d'un rouge sombre et brunâtre sur les membres gauches, du côté externe, notamment sur l'avant-bras. Ces ecchymoses ne disparurent complètement qu'après une dizaine de jours.

« J'eus de la parésie du bras et de l'avant-bras gauche et je ressentis, d'une façon intermittente, des secousses, de l'engourdissement et des fourmillements ; ces symptômes ne disparurent qu'un mois après. Pendant une quinzaine de jours, je constatai une diminution très notable de l'acuité de l'ouïe et je perçus souvent des bruits subjectifs.

« Le 28, à 9 heures du matin, la Commission spéciale de réforme, présidée par le général commandant la subdivision de Batna, se réunissait à l'hôpital. J'y assistai. Le général, qui avait appris mon accident, me dit quelques jours après qu'il s'était bien aperçu, lors de cette séance, d'une lenteur et d'une hésitation inaccoutumées dans les réponses que je faisais aux questions qu'il me posait.

« Depuis cette époque, mon système nerveux est resté très impressionnable ; il l'est surtout lorsque le temps est orageux. Je ressens encore parfois, et principalement au moment de l'orage, de l'engourdissement dans le côté autrefois atteint par la foudre, mais à un degré qui va toujours en s'affaiblissant ». — M.

Conférences de télégraphie militaire. — Les fonctionnaires de la télégraphie militaire, en résidence dans le Gouvernement de Paris, ont constitué un Comité régulier de conférences, chargé d'organiser chaque année une série de cours sur les différentes branches du service.

Ce Comité, élu en Assemblée générale, est composé ainsi qu'il suit :

Président d'honneur : M. Wünschendorff, directeur de télégraphie militaire ;

Président actif : M. Pierré, directeur de télégraphie militaire ;

Membres : MM. Tongas, sous-directeur, et Fouin, chef de section ;

Secrétaire : M. Vidal de Lirac, chef de poste.

Les conférences pour l'année 1893-1894 auront lieu, d'après le programme ci-après, dans l'amphithéâtre de l'Ecole supérieure des Postes et des Télégraphes, 103, rue de Grenelle.

1° Organisation du service de télégraphie militaire, lois et décrets qui le régissent ;

2° Organisation d'une armée. — Etat-major ; rapports de service avec la télégraphie militaire ;

3° Administration des unités de télégraphie militaire ;

4° Organisation des réseaux électriques et optiques des frontières ;

5° Administration des unités de télégraphie militaire (suite) ;

6° Télégraphie militaire à l'Étranger ;

7° Réseau général aérien des lignes télégraphiques ;

8° Compte rendu des opérations de la 24e section télégraphique aux manœuvres de 1893 ;

9° Réseau souterrain des lignes de l'Etat ;

10° Service de la télégraphie militaire dans les divisions de cavalerie ;

11° Téléphonie ; ses applications en télégraphie militaire ;

12° Appareils électriques ; matériel technique de télégraphie militaire.

En outre, il est possible que le Comité organise, au Cercle militaire, quelques conférences sur des sujets d'intérêt général. — M.

Le fiacre électrique. — Nous lisons dans la *Revue Scientifique* qu'on vient d'inaugurer à Berlin le fiacre électrique. C'est une voiture à trois roues portant des accumulateurs. Il paraît que la vitesse que l'on peut obtenir est supérieure à celle que fournissent les fiacres à chevaux, au moins pour les longues courses.

Le fait n'a rien de surprenant, mais il est intéressant de savoir quelles sont les conditions économiques de cette entreprise. — M.

ERRATUM

Le lecteur voudra bien faire les corrections suivantes à notre article paru dans le numéro du 18 novembre :

Page 342, 11e ligne en remontant, lire « DE TRANSFORMATION » au lieu *de transformateur ;*

Page 343, ligne 6, lire 1 0/0 au lieu de 10 0/0.

E. MEYLAN.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 153 2 Décembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

NOUVEAU DISPOSITIF D'APPAREILS DE MESURE

VOLTMÈTRES ET AMPÈREMÈTRES KENNELLY

Nous avons eu souvent l'occasion d'insister sur les excellentes qualités des appareils de mesure basés sur l'emploi d'un cadre mobile dans le champ intense d'un aimant. Les appareils de ce genre seraient certainement beaucoup plus employés, tant pour les mesures volantes que pour les tableaux d'usines, si n'était leur prix assez élevé qui résulte de leur complication inévitable.

Aujourd'hui que l'on sait obtenir des aimants pratiquement invariables dans certaines conditions, il y a un véritable intérêt à chercher des formes d'appareils à aimant et bobine mobile différentes de celles usitées jusqu'à présent, en visant à en simplifier la construction. C'est ce qu'a fait M. Kennelly, l'électricien américain bien connu, qui a réussi à trouver une disposition vraiment originale qui donne, paraît-il, de très bons résultats, tout en étant sensiblement moins compliquée que celle des appareils Weston et similaires.

Le nouveau galvanomètre Kennelly se compose d'un fort aimant en forme de fer à cheval, disposé de champ et pourvu de deux pièces polaires sensiblement semi-circulaires, fixées à chaque pôle et placées en regard l'une de l'autre à une distance très faible, de manière à obtenir un champ sensiblement uniforme et très intense. Dans ce champ se meut transversalement aux lignes de force une sorte d'armature ou bobine en forme de disque plat, qui tourne autour d'un axe situé à la limite du champ, sur le diamètre qui limite les pièces polaires hémicycliques, en sorte que la moitié de cette armature est dans le champ et l'autre moitié en dehors.

Cette armature est constituée par un disque plein en aluminium, qui sert à l'amortissement du mouvement, un axe reposant sur des chapes en agate (ou toute autre pierre dure) et un enroulement en fil fin dont nous verrons plus loin le détail. Cet enroulement est effectué sur une gorge d'ébonite fixée au disque. Des ressorts en spirale servent à amener le courant et à contre-balancer l'action électromagnétique. Cette action pour un courant donné est constante quelle que soit la position de l'armature, par suite de l'enroulement spécial de celle-ci et non à cause de l'uniformité du champ. Comme cette dernière condition est très difficile à obtenir lorsque les surfaces polaires sont un peu étendues, c'est un avantage pratique.

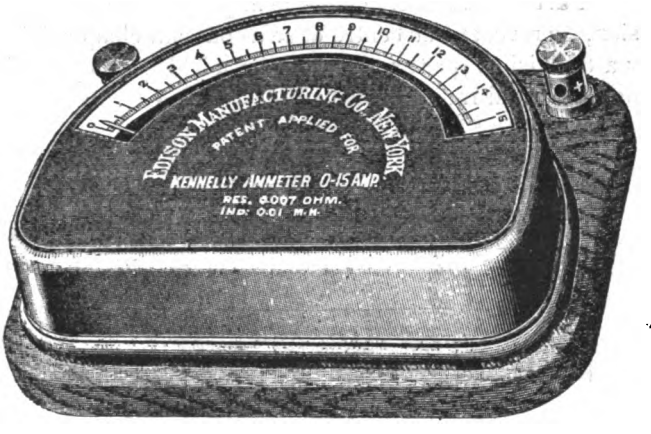


Fig. 1.

La figure 1 montre l'aspect extérieur de ces appareils et les figures 2 et 3 indiquent d'une manière suffisamment claire la disposition des diverses pièces.

Digitized by Google

Quant à l'enroulement de l'armature, on en comprendra le principe à l'inspection de la figure 4, qui représente une des dispositions possibles.

Comme on le voit, le disque est divisé en un certain nombre de secteurs et le fil est enroulé en partie radialement et en partie suivant des arcs de circonférence.

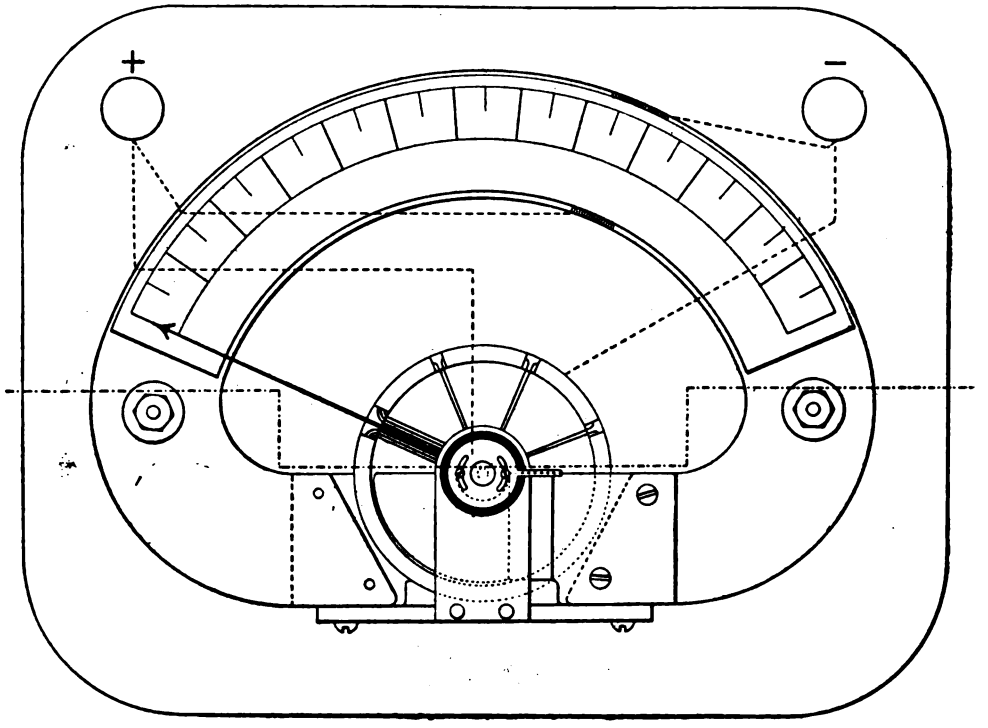


Fig. 2.

Partant du centre, en 23, le fil passe radialement une fois par chaque point de division, en revenant au centre et en repassant chaque fois par le canal radial principal. S'il y a 8 divisions, par exemple, il y aura 2 fils à chaque point de division et 14 fils $= (8\text{-}1) \times 2$ dans le canal radial principal.

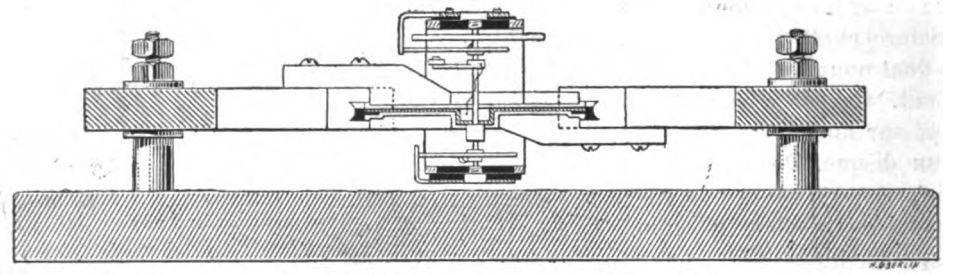


Fig. 3.

Comme on peut s'en assurer en suivant le circuit, le courant passe toujours du centre à la circonférence (ou *vice versa*) suivant tous les rayons, sauf dans les fils du canal principal où il va de la circonférence au centre. Avec un nombre indéfini de points de division, l'ensemble équivaudrait à une couche de courant *centrifuge*, plus un courant égal (qui n'est autre que le courant de retour), mais *centripète* concentré sur un rayon.

Un tel système placé dans le champ, comme c'est indiqué figure 2, avec le canal

Digitized by Google

principal placé sur l'un des côtés, tournera jusqu'à ce que ce rayon vienne entrer dans le champ, de l'autre côté.

Le couple électromagnétique est très sensiblement constant, puisqu'il sort autant de fils du champ qu'il en entre. Il va sans dire qu'en pratique la subdivision est poussée beaucoup plus loin que ce n'est indiqué sur le schéma et qu'il y a un très grand nombre de fils. D'après la photographie d'un appareil, il y aurait une cinquantaine de rayons.

Bien qu'un peu compliqué à première vue, cet enroulement n'en est pas moins d'une exécution aisée et le reste de l'appareil est réellement peu ouvrageux, comme on peu s'en rendre compte.

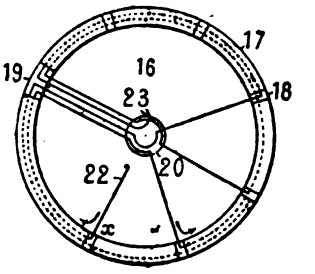


Fig. 4.

L'espace polaire étant très restreint, 1,5 mm seulement, le champ est très intense et, néanmoins, la tendance à la désaimantation spontanée est très faible, en sorte qu'on peut compter sur la permanence des indications. Enfin, la construction même de l'armature permet d'obtenir de grandes déviations, 125 degrés environ. La loi des déviations, qui se rapproche beaucoup de la proportionnalité, est assez bien déterminée pour qu'on puisse, en général, faire des échelles graduées d'avance, des échelles lithographiées par exemple, ce qui est avantageux au point de vue du prix.

Ces appareils sont établis comme voltmètres ou ampèremètres shuntés jusqu'à 100 ampères. On s'en est également servi comme de milli-ampèremètres pour l'électrothérapie ; d'après des résultats d'essais que nous avons sous les yeux, leur exactitude serait comparable à celle des appareils Weston.

E. Meylan.

LES GLOBES DIFFUSEURS, SYSTÈME F. FRÉDUREAU

(*suite*[1])

Ces globes se fabriquent en formes sphériques, cylindro-sphériques ou autres.

Étudions la marche des rayons lumineux issus d'un foyer placé au centre d'un globe sphérique et considérons d'abord l'hémisphère inférieure du globe. Soit (fig. 2) O le centre de la sphère dont le diamètre est N ;

*da*N*q*, une coupe diamétrale du globe dans le plan de la figure ;

aba' a'b'a'', les sections d'anneaux prismatiques successifs, dont les côtés supérieurs sont des éléments d'arc de paraboles ayant toutes leur foyer commun en O et comme axe de symétrie commun le diamètre *d*N de la sphère. Le côté inférieur de ces prismes est une perpendiculaire au diamètre *d*N.

Si nous considérons le côté *ab* d'un anneau élémentaire, le point *a* appartient par définition à une parabole.

La directrice de cette parabole, dont nous considérons l'arc *ab*, est située en *d* et il s'ensuit que, dans ce cas, la tangente en *a* est *ad* et la normale, en ce même point, *a*N.

Comme l'angle O*a*N est égal à 45 degrés, angle supérieur à l'angle limite du cristal, qui est d'environ 39°30', il y aura donc réflexion totale, parallèlement à l'axe *d*N de la parabole, des rayons lumineux venant du point O.

Considérons maintenant l'élément prismatique suivant, *a'b'a''*, et supposons $a'a'' = 8°$; la directrice de la parabole à laquelle appartient l'arc *a'b'* est en *d'* à une distance *dd'* de la première égale à :

$$\overline{dd'} = \overline{Od} \text{ sinus } 8° = \overline{Op}.$$

[1] Voir *Électricien*, n° 149, page 303.

Digitized by Google

Quant au sommet de cette parabole, il est en m' à une distance de O,

$$r = \frac{\overline{Od}\,(1 - \sin 8^b)}{2} = \frac{\overline{Od}}{2}$$

Tous les points a, a', a'', a''', a^n appartenant à des paraboles ayant même axe dN, et se trouvant sur une circonférence de rayon Od, égal à la distance focale, celle-ci est constante et égale à la distance du foyer O au pied des tangentes et des normales aux points de contact ; les tangentes passeront donc toutes en d et les normales en N.

L'angle $Oa^nN = \omega$ aura pour mesure :

$$\omega = \frac{90° + aOa^n}{2} = 45° + \frac{nx}{2}$$

Cet angle est constamment supérieur à l'angle limite du cristal et tous les rayons lumineux issus du centre de la sphère seront en ces points réfléchis totalement et parallèlement à la direction dN.

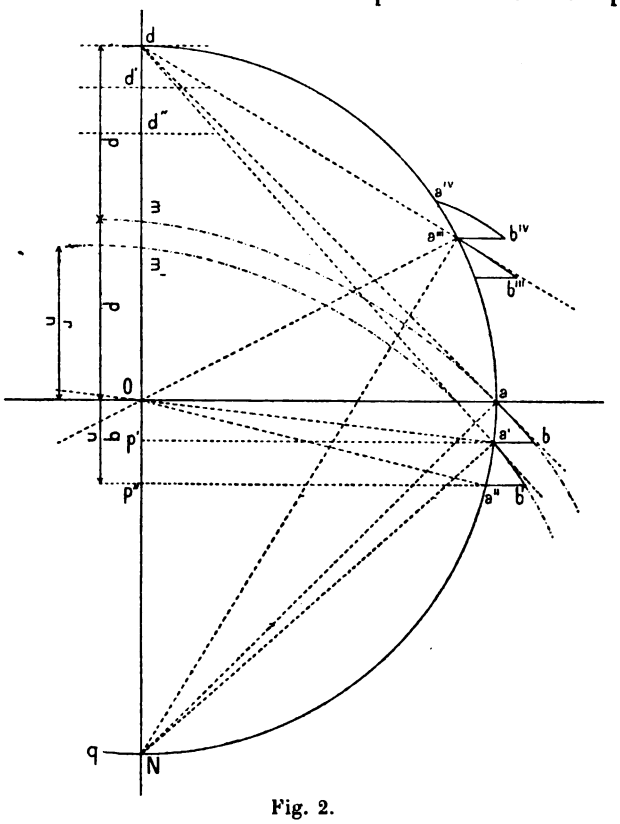


Fig. 2.

Considérons maintenant l'hémisphère supérieure du globe et soit $a^p b^p a^q$ la section d'un anneau élémentaire tracé dans les mêmes conditions que ceux de l'hémisphère inférieure, nous aurons :

$$\omega = \frac{90° - \alpha}{2}$$

En appelant λ l'angle limite du cristal, nous aurons réflexion totale tant que

$$\omega \geqq \lambda$$

et émergence dès que

$$\omega < \lambda.$$

Soit

$$\omega = 45° - \frac{\alpha}{2} = 39°,30'$$

$$\text{ou } \alpha = 11°$$

Au-dessous de ce point il y aura réflexion totale ; au dessus, il y aura émergence et réfraction.

L'angle de réfraction étant donné par la formule :

$$\text{Sin } r = \frac{1}{n} \sin \omega$$

et n étant égal à 1,57

Lorsque $\alpha = 11°$, on a :

$$\text{Sin } r = \frac{\sin 39°,30}{0,636} = \frac{0,636}{0,636} = 1$$

ce qui revient à dire que le rayon réfracté est perpendiculaire à la normale et se confond avec la tangente, qui fait en ce point un angle de 39° 30′ au-dessous de l'horizontale passant par ap.

Si nous examinons maintenant ce qui se passe au point d, l'angle ω sera égal à zéro, puisque $\alpha = 90°$ en ce point et par suite sin $r = o$. Le rayon lumineux se confond donc avec la normale et fait un angle de 90 degrés au-dessus de l'horizontale. L'angle formé par ces deux rayons réfractés extrêmes est de 90° + 39°30′ = 129°30′ ; angle dans lequel sont compris tous les rayons qui envoient directement la lumière dans l'espace.

Digitized by Google

Revenons maintenant à la partie inférieure du globe et voyons quelle est l'influence des côtés $a'b$, $a''b'$, ..., $a^n b^{(n-1)}$ des prismes sur la marche des rayons lumineux.

L'angle d'incidence au point a' est $90° - Oa'p' = 90° - aOa'$, et en général en un point quelconque :

$$(90° - \alpha),$$

en appelant α l'angle formé au centre par un rayon partant de ce point et Oa.

On voit facilement que nous aurons réflexion totale vers le côté supérieur du prisme tant que :

$$(90° - \alpha) \geqq (\lambda = 39°30').$$

A partir de 50°30′ le rayon traversera directement le côté inférieur, en se réfractant pour aller éclairer la partie inférieure de l'espace.

Pour les côtés inférieurs des anneaux de la partie supérieure du globe, il n'y a pas lieu d'étudier la question. Donc, en résumé, la lumière émanant du centre sera dispersée directement dans l'espace par les arcs de parabole des prismes de l'hémisphère supérieure du globe situés à plus de 11° au dessus de l'horizontale. Certains des côtés supérieurs de l'hémisphère supérieure et tous les côtés supérieurs de l'hémisphère inférieure réfléchiront totalement les rayons venant du centre du globe dans une direction parallèle à l'axe dN.

Une partie de ces rayons éclairera la portion de l'espace placée directement sous le globe, et l'autre partie, après s'être réfléchie sur les côtés ab, $a'b'$, $a^n b^n$ se dispersera dans l'espace et produira une véritable diffusion.

Le tracé que nous venons d'exposer constitue le système de globes à anneaux paraboliques. On construit aussi des globes à anneaux coniques. Nous allons examiner la théorie de ces globes.

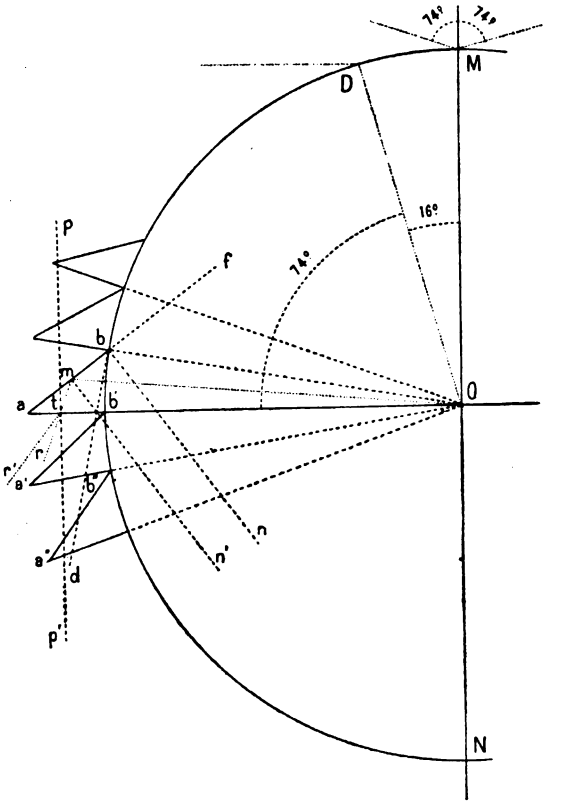


Fig. 3.

Soient (fig. 3) :

O, le centre d'une sphère de diamètre MN, centre où nous supposerons placé un point lumineux ; $ab b'$, la section suivant un plan diamétral d'un anneau prismatique dont le plan inférieur ab' passe par le centre de la sphère ; $b'a'b''$, la section d'un anneau contigu semblable.

Si nous posons comme condition que le rayon lumineux Ob ne revienne pas à l'intérieur de la sphère et se réfléchisse, par suite, au moins suivant la tangente en b, on a par construction :

$$Obd = 90° ; \qquad abn = 90°$$
$$abd = Obf = \quad baO + bOa = 45°$$

d'où :

$$abO = 135°$$

Il y aura donc réflexion totale en b, puisqu'on a $Obn = 45° > \lambda$.

Digitized by Google

Soit maintenant un rayon quelconque Om ;

mt, le rayon réfléchi ;

mn', la normale au point m, on a par construction :

$$bOm + bmO = Obf = 45°$$

d'où :

$$bmO = amt = 45° - bOm$$

et

$$Omn' = \frac{Omt}{2} = \frac{1}{2}(180° - 2bmO)$$
$$= 90° - bmO$$
$$= 45° + bOm$$

bOm varie d'ailleurs de 0 à bOa.

On voit donc que le rayon Om sera toujours réfléchi totalement.

Soit maintenant pt la normale en t, on a $ptm = 90° - mtO$

$$= 90° - (baO + amt)$$
$$= 90° - (45° - bOa + bmO)$$
$$= 45° + bOa - bmO$$
$$= 45° + bOa - 45° + bOm$$
$$= bOa + bOm.$$

L'angle ptm varie donc de bOa à $2bOa$ lorsque bOm varie de 0 à bOa.

Comme l'angle bOa est toujours très petit, le rayon lumineux réfracté en t sort sans dispersion notable.

Le rayon émergent sort en faisant un angle rtp' donné par la formule :

$$\frac{\sin r'tp'}{\sin mtp} = n = 1{,}57$$

Comme ces angles sont très faibles, on peut écrire sans erreur appréciable :

$$\frac{rtp'}{mpt} = 1{,}57$$

de sorte que :

$$rtO = 90° + 1{,}37\ (mtp).$$

rtO variera donc de :

$$90° + 1{,}57\ (bOa) \quad \text{à}$$
$$90° + 1{,}57\ (2bOa),$$

ce qui donne une variation de 97°51′ à 105°42′ pour $bOa = 5°$.

(*à suivre.*)

CH. HAUBTMANN.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 6 novembre 1893

M. J.-B. Fachris adresse une note relative à un projet d'éclairage de Constantinople par l'électricité en utilisant le courant du Bosphore. Cette note est renvoyée à la section de mécanique.

***

M. Poincaré présente une note de MM. Kr. Birkeland et Ed. Sarasin *sur la nature de la réflexion des ondes électriques au bout d'un fil conducteur* [1]. M. H. Poincaré fait suivre cette note d'observations personnelles [2].

***

Sur la mesure des coefficients d'induction, par H. Abraham. — Lorsqu'on

[1] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 618.

[2] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 622.

Digitized by Google

détermine un coefficient d'induction par comparaison avec une résistance et un temps, on atteint difficilement le centième si l'on emploie le galvanomètre balistique. On augmente déjà la sensibilité et la précision en renouvelant périodiquement les impulsions, ce qui produit une déviation permanente.

Mais on peut aller plus loin, en se servant d'un *galvanomètre différentiel*, qui permet de compenser cette déviation permanente. *Les mesures se font alors très aisément au centième, et peuvent fournir le millième sans grande difficulté.*

I. Coefficients d'induction mutuelle. — Les communications nécessaires sont établies par un commutateur tournant dont on règle la vitesse par une méthode stroboscopique. La décharge induite, que provoque n fois par seconde l'établissement du courant inducteur, est envoyée dans le premier circuit du galvanomètre différentiel. On compense l'effet des impulsions périodiques en faisant traverser le deuxième circuit par un courant continu fourni par la même pile.

On arrête alors le commutateur et l'on met le circuit induit en dérivation sur une résistance r du circuit inducteur [1], substituant ainsi aux décharges successives un nouveau courant continu. Si l'équilibre du galvanomètre n'est pas troublé, on pourra dire que la résistance réelle r équivaut à la résistance fictive nM par laquelle les deux circuits se trouvaient en relation pendant les phénomènes d'induction et l'on écrira :

$$M = \frac{1}{n} r.$$

Il n'est donc nécessaire de connaître avec précision que la seule résistance r : on pourra constituer cette résistance par un ohm étalon.

Comme application, l'auteur indique tout d'abord un contrôle. On sait que, pour deux bobines *sans fer*, I, II, on doit nécessairement avoir :

$$M_I^{II} = M_{II}^{I}.$$

Voici un cas particulier :

$$M_I^{II} = 0^{Henry},04966, \qquad M_{II}^{I} = 0^{Henry},04968.$$

J'ai constaté que *cette réciprocité des coefficients d'induction n'existe plus quand les bobines contiennent du fer.* Les mêmes bobines ont donné, avec un noyau de fil de fer doux :

$$M_I^{II} = 0^{Henry},5290, \qquad M_{II}^{I} = 0^{Henry},5504.$$

L'écart est bien réel ; il n'est pas dû à un effet de saturation du fer, à un défaut de proportionnalité entre l'aimantation et l'intensité du courant inducteur ; car, en doublant cette intensité, on retrouve les mêmes valeurs.

$$M_I^{II} = 0^{Henry},5291, \qquad M_{II}^{I} = 0^{Henry},5490.$$

II. Coefficients d'induction propre. — Dans un pont de Wheatstone, trois branches sont sans induction ; la quatrième contient la bobine étudiée. Le pont est réglé pour un courant permanent ; c'est le premier circuit du galvanomètre différentiel qui sert à constater l'équilibre.

Le commutateur tournant envoie, n fois par seconde, un courant induit de fermeture dans ce galvanomètre, que l'on ramène au zéro au moyen du circuit compensateur dont le courant est toujours fourni par la même pile.

On arrête alors le commutateur et l'on dérègle le pont d'une faible quantité r. Si l'équilibre du galvanomètre se trouve rétabli, on pourra dire que la résistance réelle r a agi comme la résistance fictive nL ; abstraction faite d'une correction peu importante, on aura donc :

$$L = \frac{1}{n} r.$$

Voici quelques vérifications. En faisant varier l'intensité du courant et la période du commutateur, l'auteur a trouvé successivement pour une même bobine :

$0^{Henry},2445$, $0^{Henry},2446$, $0^{Henry},2446$, $0^{Henry},2443$.

Le contrôle suivant est plus important. Les coefficients d'induction propre de deux bobines sont trouvés égaux respectivement à :

$0^{Henry},05810$ et $0^{Henry},05512$,

dont la somme :

$0^{Henry},11322$

est pratiquement identique à la valeur mesurée directement pour l'ensemble des deux bobines.

$0^{Henry},11318$

Dans toutes ces mesures, on a employé avantageusement, comme différentiel, un galvanomètre Thomson à quatre bobines, dont la paire supérieure forme le premier circuit, la paire inférieure constituant le second [1].

[1] Cette dérivation modifie légèrement la résistance de l'inducteur ; il en résulte un petit terme correctif dans la formule donnant M.

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

Digitized by Google

Lampe à incandescence à filament géminé

La Compagnie Edison-Swan fabrique actuellement une lampe, dont la propriété industrielle est protégée par un brevet accordé à M. Gimingham, et qui pourrait être fréquemment appliquée à certains usages. L'ampoule contient deux filaments disposés de telle sorte que le second puisse être facilement introduit dans le circuit quand le premier est consumé.

La figure 1 ci-jointe représente le fil Y rattaché à une paillette ordinaire de contact C, le fil externe X est relié au contact D. L'autre fil

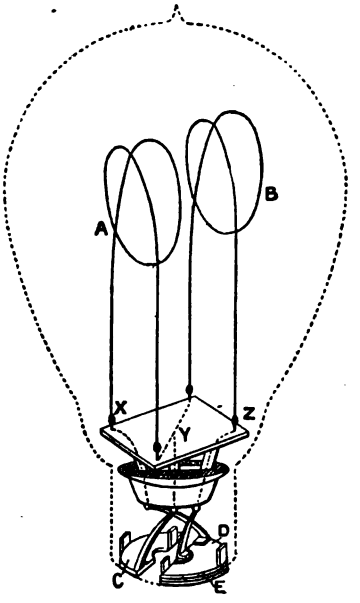


Fig. 1.

externe Z est rattaché à une autre plaque E située immédiatement en dessous de la plaque D dont elle est isolée par une mince couche de matière isolante.

Dans la lampe mise en circuit, le courant, entrant par la plaque de contact E et sortant par C ou inversement, rend incandescent le seul filament B ; dès que celui-ci est consumé ou usé, la plaque E peut être enlevée, la couche isolante existant entre les deux plaques D et E retirée de façon à établir leur contact et livrer ainsi passage au courant vers le second filament A. On conçoit que, par ce même dispositif multiple, il soit possible de mettre successivement en circuit plusieurs filaments placés dans la même ampoule.

Ne serait-il pas plus commode, et aussi moins coûteux, de n'employer que des lampes à filament unique et de les remplacer dès qu'elles sont hors de service?

La figure 2 montre le fil Y relié par un fil transversal à la monture H de la lampe, les fils X et Z respectivement en connexion avec les deux plaques D et E qui ne sont séparées que par une mince couche de matière isolante facilement enlevée lorsque le premier filament est usé. Ce dernier agencement est spécialement applicable aux lampes en série, de sorte qu'au lieu de

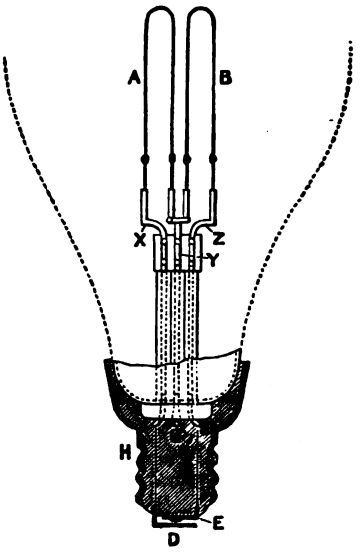


Fig 2.

mettre la lampe brûlée hors circuit, le courant de haut potentiel traverse simplement la mince membrane isolante pour passer à l'autre filament.

Nous ne contestons pas, d'une façon absolue, qu'un tel arrangement ne puisse fonctionner, mais nous sommes assez inquiet sur la manière dont il se comportera en pratique.

E. D.

La meilleure méthode de chauffage et d'éclairage des voitures de tramways

Cette question a été traitée par M. Greenwood, à la douzième Convention annuelle de l'Association des tramways américains, tenue à Millwaukee le mois dernier. L'auteur a apporté devant l'Assemblée le résultat de ses essais et de son expérience. Étude très documentée et marquée d'un caractère de haute importance pratique, on le reconnaîtra sincèrement, si on veut bien se sou-

Digitized by Google

venir que ce double problème préoccupe justement les compagnies exploitantes.

Le chauffage des voitures de transport en commun dans les villes est encore à l'état expérimental. Les constructeurs, les compagnies intéressées rivalisent d'efforts dans la poursuite des meilleures méthodes et la conception des appareils les plus simples, les plus portatifs et les plus économiques. Chaque tramway constitue une individualité, ce qui convient à l'un ne satisfait pas l'autre.

Considérant les systèmes de chauffage d'après la manière dont le combustible est converti en chaleur utilisée, on peut les ranger en trois classes : la première dans laquelle la chaleur provient du charbon brûlé dans la voiture, la seconde dans laquelle la chaleur est engendrée en dehors de la voiture et emmagasinée, et enfin la troisième, caractérisée par trois transformations, qui comprend le chauffage électrique.

Dans la traction électrique, le choix s'établit entre ces trois systèmes, il est limité aux deux premiers dans la traction funiculaire ; aussi, a-t-on tout d'abord été amené à considérer les modes de traction, le genre de véhicules, les conditions physiques des railways et le prix des différentes espèces de combustible. De plus, il est nécessaire que les appareils de chauffage aient un poids minimum, occupent le moindre espace possible, soient d'un fonctionnement n'exigant pas une main-d'œuvre exercée, que leur fabrication soit faite avec des matériaux ordinaires, qu'ils soient aisément et économiquement enlevés de la voiture, qu'ils ne soient pas un danger permanent d'incendie.

La première catégorie comporte tous les poêles, les brûleurs à huile et les appareils à air chaud. Le service sera confié à un homme pour 50 voitures, qui nettoyera les poêles, allumera les feux et remplira de charbon les bacs d'approvisionnement pour la route. Le conducteur entretiendra le feu pendant le trajet. Chaque fois qu'une voiture est sur le point de rentrer au dépôt, le feu doit être éteint et les cendres enlevées pour éloigner toute chance d'incendie. Ces appareils coûtent de 75 à 120 fr, ils peuvent être installés au prix de 7,50 fr par voiture.

DÉPENSES D'EXPLOITATION PAR JOURNÉE DE 18 HEURES ET PAR VOITURE

Anthracite à 24 fr la tonne ;
Main-d'œuvre 7,50 fr par jour ;
Entretien à raison de 25 0/0 du coût de l'appareil :

Charbon	43,5	cent.
Entretien	19,0	»
Main d'œuvre	10,0	»
	72,5	cent.

A la seconde catégorie appartiennent les deux types d'appareils qui emploient la vapeur ou l'eau circulant dans une tuyauterie placée sous les banquettes. Deux hommes sont nécessaires à la station de charge pour le chauffage et pour les manœuvres de vidange de l'eau froide et remplissage d'eau chaude. Il est bon que l'eau soit salée pour éviter sa congélation. Pour une ligne où cinquante voitures sont en service, quatre hommes sont indispensables à la station de charge. Comme ce type d'appareil en est encore à l'état d'enfance, on ne possède pas encore de chiffres relatifs à la dépense d'exploitation.

La troisième méthode se rapporte au chauffage électrique. Les appareils sont composés de fils conducteurs noyés dans une matière réfractaire, dans lesquels une élévation de température est produite par le passage d'un courant électrique émanant de la station centrale de la ligne. La quantité de chaleur est proportionnelle à l'intensité du courant. Ordinairement quatre appareils sont disposés sous les banquettes de la voiture de façon à ce qu'ils ne puissent se mettre en contact avec les vêtements des voyageurs. Il est nécessaire de les établir avec interposition de commutateurs-régulateurs et le prix varie de 175 à 225 fr par voiture.

La conservation d'une température de 10 degrés à l'intérieur par un temps modérément froid donne lieu à une absorption de 2,66 chevaux-vapeur et, par un temps rigoureux, à 5,33 jusqu'à 6,66 chevaux.

En estimant le prix de l'énergie produite à raison de 0,45 fr le kilowatt-heure, on peut arriver à établir, comme suit, la dépense de chauffage d'une voiture par jour de 18 heures :

Par un froid modéré, le chauffage consommant 2,66 chevaux ou 36 kilowatt-heures, coûtera 1,62 fr ; pour une consommation de 5,33 chevaux ou 72 kilowatt-heures, le prix sera de 3,24 fr, et de 4,05 fr pour 6,66 chevaux ou 90 kilowatt-heures. A ces chiffres il convient d'ajouter 20 0/0 pour dépréciation et réparation, soit, de ce chef, environ 0,255 fr par jour. Le chauffage électrique entraîne donc à un excès de dépenses d'exploitation.

Après avoir considéré tous les éléments qui entrent dans le problème du chauffage des voi-

Digitized by Google

tures, M. Greenwood se rallie à la première méthode des trois systèmes sus-mentionnés.

Il appuie sa conclusion sur les raisons suivantes : bien qu'une voiture de tramway constitue un espace clos, elle ne peut être envisagée au même point de vue qu'une chambre, en ce qui concerne l'aptitude à être chauffée aussi aisément, elle est constamment ouverte au froid ou, tout au moins, à de très courts intervalles ; par conséquent, un appareil ou système qui est susceptible de combattre rapidement l'impression due à l'entrée d'air froid est beaucoup plus apprécié des voyageurs qu'une méthode de chauffage qui ne produit pas ou ne semble pas produire de la chaleur aussi promptement. Il y a une certaine attraction dans la combustion du charbon qui procure au public une douce sensation. Il éprouve toujours une jouissance délicieuse à entrer dans une voiture munie d'un bon poêle chaud. Cette méthode paraît mieux convenir à tous les tempéraments et à toutes les températures, elle est d'un fonctionnement et d'un entretien simple, elle est économique et efficace.

En ce qui concerne l'éclairage des véhicules, il existe actuellement trois méthodes applicables: premièrement, les lampes à huile; secondement, les lampes électriques, et troisièmement l'éclairage au gaz. Ces trois procédés sont bien connus. Souvent même, dans les premières voitures électriques, les lampes à incandescence coexistaient avec les lampes à huile. M. Greenwood a modifié quelque peu cette façon d'agir, d'où il en est résulté économie: il a substitué aux lampes à huile des fanaux à chaque extrémité du véhicule des lampes à incandescence, de telle sorte que la lumière colorée des signaux soit promptement aperçue, et qui servent aussi à éclairer les annonces au-dessus des fenêtres. Deux autres lampes sont fixées au plafond de la voiture à 1,20 m environ de chaque extrémité; le circuit est complété par cinquième lampe, qui est employée avec réflecteur.

Cette disposition a pour résultat de n'exiger qu'un minimum de lampes dans la voiture, d'obtenir un meilleur effet lumineux, d'éliminer l'ennui des lampes à huile avec réflecteur et les frais de main d'œuvre inhérents à leur emploi; en même temps, elle facilite le changement d'orientation du véhicule aux terminus. Il paraît que le coût de l'éclairage par cette méthode ne dépasse pas 0,025 fr à l'heure, ou 0,20 fr par jour et par voiture, en supputant une moyenne de 8 heures d'éclairage.

Les brûleurs à gaz, très usités dans les chemins de fer, exigent une installation de gaz sous pression aux stations des voitures et une canalisation sur les voitures, pour lesquelles il faut faire entrer l'intérêt du capital dépensé en aménagement, dans le prix de revient d'éclairage.

Le besoin d'une bonne lumière dans les voitures est une question d'importance considérable, non seulement pour encourager les employés à accomplir leur devoir et à mieux répondre aux besoins des voyageurs, mais encore pour rendre agréable le séjour dans les véhicules et ainsi provoquer le trafic. Jusqu'à une certaine mesure, une ligne bien éclairée est exploitée avec plus de sécurité, les accidents sont moins nombreux.

L'auteur aboutit à ces conclusions, dans les deux sujets qu'il a traités, qu'en fait de chauffage le meilleur système consistait dans la méthode de chauffer directement par poêles, que l'éclairage électrique était recommandable dans le cas d'application de l'électricité comme force motrice, sinon qu'il fallait employer un système au gaz ayant fait ses preuves. — E. D.

Le chauffage des tramways électriques

On a souvent proposé de chauffer l'intérieur des voitures de tramways mues électriquement, par le rhéostat qui sert à la régulation du moteur.

Pour se rendre compte de la valeur de cette idée, M. W.-E. Harrington a fait deux séries d'expériences, avec une voiture entièrement fermée, à l'intérieur de laquelle était monté le rhéostat.

Dans le premier cas, la voiture était au repos, et un « motorman » manœuvrait le commutateur de façon à produire les mêmes fluctuations de courant que lorsque le tramway est en service régulier. Dans ces conditions, après cinq heures de manœuvre, la température à l'intérieur de la caisse s'est élevée de 12 degrés, mais de 6 degrés et demi seulement au-dessus de la température extérieure.

Dans la seconde expérience, la voiture, toujours fermée, a été attelée derrière une voiture en service. Après 3 h. 20 de marche, la température s'était élevée de 10 degrés et demi, mais 4 degrés seulement au-dessus de la température extérieure.

Si l'on considère que la voiture en question avait un moteur de 25 chevaux, que la régulation s'effectuait exclusivement par le rhéostat et que la voiture restait toujours fermée, autrement dit

Digitized by Google

que l'expérience était faite dans les conditions les plus favorables pour le chauffage, on voit que les résultats obtenus sont peu encourageants. Il y a d'autant moins lieu de chercher dans cette direction que les efforts des constructeurs tendent à obtenir la régulation des moteurs en faisant intervenir le moins possible le rhéostat, ce qui est une condition pour que le rendement varie peu aux diverses allures.

F. D.

Moteurs à gaz et dynamos

Au meeting de l'Association électrique du Nord-Ouest (États-Unis), M. Farwell a fait une communication sur l'application du moteur à gaz à la production de la lumière électrique. Les points intéressants de ce mémoire ont été relevés par le *Journal des Usines à Gaz*, auquel nous empruntons les renseignements suivants:

A la station centrale de Waukesha, la force motrice est représentée par un moteur à gaz Otto de 100 chevaux et une machine à vapeur également de 100 chevaux.

Le moteur Otto est à deux cylindres horizontaux superposés; le tuyau à gaz à l'entrée de la poche a 10 cm de diamètre, il a 7,6 cm à la sortie.

Pour assurer la régularité de la marche, l'arbre de la manivelle du moteur porte un volant et une poulie de grand poids ; il y a, en outre, un arbre de renvoi qui porte également une poulie très pesante ; la vitesse du moteur est de 160 tours par minute et celle de l'arbre de renvoi de 690 tours. Il est très facile de déterminer la dépense faite par le moteur à gaz ; en effet, le moteur et la machine à vapeur commandent par courroies des arbres de transmission qui peuvent mettre en mouvement une dynamo de 80 foyers à arc, une dynamo de 75 foyers et une dynamo de 600 lampes à incandescence. Au moyen de poulies à griffes on peut faire toute espèce de combinaison : faire marcher une ou deux dynamos par le moteur ou par la machine à vapeur ou faire marcher simultanément les trois dynamos par le moteur et la machine.

Généralement la mise en marche se fait avec le moteur à gaz qui actionne alors la dynamo pour foyers à arc pour éclairage privé et la dynamo pour lampes à incandescence; lorsque le temps de l'éclairage public est venu, on met la machine à vapeur en marche, on l'applique aux deux dynamos précitées et le moteur à gaz actionne alors la dynamo pour l'éclairage public. La charge totale est trop grande pour une des deux machines; mais si le travail peut être fait par une seule, c'est toujours le moteur à gaz que l'on choisit.

Durant le mois de juin dernier on a fait six expériences pour déterminer la dépense horeire en gaz avec le moteur Otto de 100 chevaux; en voici le résultat moyen.

M. Farwell suppose la station centrale d'électricité exploitée par une Compagnie de gaz et se base, par conséquent, sur le prix de revient normal de 0,09 fr le mètre cube.

En 10 heures, la consommation totale du moteur à gaz, actionnant une dynamo produisant le courant pour 53 foyers à arc de 2 000 bougies chacun, sur un circuit de 14,5 km, a été de 310 m³ environ ou 31 m³ par heure, soit 0,57 m³ de gaz par foyer à arc (0,576 m³), ce qui au prix de 0,09 fr le mètre cube fait revenir la lampe-heure et le cheval de force-heure à 0,05 fr environ.

Nous disons le cheval de force-heure parce que, d'après les constatations faites, les transmissions, la dynamo, le circuit et le foyer à arc absorbaient 53 chevaux de force pour alimenter 53 foyers à arc.

Dans une autre expérience faite avec 36 foyers à arc et 300 lampes à incandescence, représentant une force motrice de 69 chevaux, la consommation de gaz a été de 39,6 m³ par heure, ou 0,568 m³ par cheval-heure, soit une dépense d'un peu plus de 0,05 fr.

Une autre expérience encore faite avec 36 foyers à arc et 425 lampes à incandescence, représentant 80 chevaux de force, a donné comme consommation de gaz 45,20 m³ ou 0,566 m³ par cheval-heure, soit une dépense de 0,05 fr.

Ces expériences prouvent, entre autres, qu'une augmentation de charge dans des conditions normales produit une diminution du prix de revient par cheval-heure.

En comparant ces résultats avec ceux qu'on obtient avec les machines à vapeur de même puissance, il ne faut pas oublier de mettre à la charge de ces dernières les frais et inconvénients de toute nature qu'elles entraînent et qui ne sont pas imputables aux moteurs à gaz.

A. M.

INDEX

Accumulateurs et Piles

Les nouveaux accumulateurs D. Tommasi, par H. de Graffigny. — Description du nouveau modèle de cet accumulateur et son

Digitized by Google

application à l'éclairage des trains. (*Lumière électrique*, 11 novembre 1893.) — A. M.

APPAREILS DIVERS

Rhéostats industriels, par P. Marcillac. — Description de plusieurs modèles de rhéostats. (*Lumière électrique*, 18 novembre 1893.) — A. M.

APPLICATIONS DIVERSES

Applications mécaniques de l'électricité, par G. Richard. — Description des perforatrices électriques de Steavenson, Mac Key et de R. Jones ; de l'installation de machines à couper les étoffes à la scie ou au ciseau, système Cadwell, actionnées par de petits moteurs électriques ; de l'horloge électrique de G. Wiseman et du remontoir électrique de Schmidt (*Lumière électrique*, 11 novembre 1893.) — A. M.

Nouvelle perforatrice électrique, par D. Farman. — Exposé du principe d'une nouvelle perforatrice imaginée par l'auteur et résolution théorique du problème. (*Lumière électrique*, 11 novembre 1893.) — A. M.

Le touage électrique sur le canal de Bourgogne, par Max de Nansouty. — Description du système imaginé par M. Galliot, ingénieur des ponts et chaussées, pour le touage électrique des bateaux sur le canal de Bourgogne. Les dynamos génératrices et réceptrices du système Gramme, type supérieur, sont actionnées par des turbines à arbre vertical et à distribution partielle produisant de 15 à 20 chevaux. On a utilisé, pour alimenter les turbines, les chutes d'eau produites à chaque écluse par l'eau envoyée chaque jour du bief de partage qui se trouve à la partie culminante du canal sur chacun des versants de la Manche et de la Méditerranée. L'énergie électrique produite dans deux usines, situées à chaque extrémité du bief de partage, est utilisée non seulement pour le remorquage des bateaux, mais aussi pour l'éclairage du souterrain où passe le canal pour franchir le faîte séparatif des deux versants. (*Génie civil*, 11 novembre 1893.) — A. M.

CANALISATIONS ÉLECTRIQUES, FILS, CABLES

Sur l'essai chimique de la gutta-percha, par A. Rigaut. — Description des diverses méthodes d'essai chimique de cette substance et particulièrement de celle imaginée par M. Montpellier. Résultats des analyses comparés aux propriétés électriques de la gutta, isolation et capacité. (*Lumière électrique*, 11 novembre 1893.) — A. M.

Pose des conducteurs dans les locaux habités, système Peschil. — Appareillage et outils de montage divers. (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 4, 1893.) — D.

DYNAMOS, MOTEURS, TRANSFORMATEURS

Moteurs à courants alternatifs, par E. Mascart. — Étude des moteurs à courants alternatifs et des moteurs à champ tournant, dans laquelle l'auteur a mis en relief les ressources inattendues que présentent aujourd'hui les courants alternatifs pour le transport de l'énergie, tout en donnant en même temps une idée sommaire des applications récentes. (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, août octobre 1893.) — A. M.

Détails de construction des machines dynamos, par G. Richard. — Description de la dynamo compensée de Ryan, de l'armature lamellaire Sperry, de l'armature Parshall, de l'armature Schuyler et Wheeler, de l'armature Bassett, du porte-balais Reist, des balais étagés Fiske, de la dynamo à deux circuits de Elkins, du régulateur Elihu Thomson, du synchronisateur Bell, du transformateur Lucas et New, du transformateur Elihu Thomson, du système Hunter pour la transmission de l'électricité par courants ondulatoires, du transformateur variable Siemens et Halske, du transformateur Brown, du transformateur Apollony et du moteur polyphasé Brown. (*Lumière électrique*, 18 novembre 1893.) — A. M.

A propos de la théorie des moteurs à flux tournant, par D. Farman. — Remarques de l'auteur sur certains points de l'article publié sur ce sujet par M. P. Boucherot. (*Lumière électrique*, 18 novembre 1893.) — A. M.

Considérations mathématiques sur le couplage en série ou en parallèle des alternateurs. — Démonstration par calcul élémentaire de l'impossibilité du premier couplage et de l'équilibre stable du second ; conditions de cet équilibre. (*Electrical Review*, 10 novembre 1893.) — M. L.

Machine à courants triphasés de la maison Siemens et Halske de Berlin (*suite*). — Moteur à courants polyphasés avec dispositif de démarrage. (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 4, 1893.) — D.

ÉCLAIRAGE ET STATIONS CENTRALES

L'éclairage électrique de la gare Saint-Lazare, par P. Crépy. — Description illustrée très complète de l'installation faite à la gare Saint-Lazare par la société Cance. Cette installation représente une énergie électrique de 484 kilowatts et alimente 250 lampes à arc et 3 000 lampes à incandescence.

La nouvelle usine du Pont de l'Europe comprend :

1° Cinq générateurs Delaunay-Belleville produisant la vapeur à 12 kg ;

2° Cinq moteurs horizontaux Lecouteux et Garnier, admettant la vapeur à 6 kg ;

3° Une machine pilon de 70 chevaux pour le service de jour ;

4° Dix dynamos Gramme à courant continu de 550 ampères et 80 volts ;

5° Une dynamo du même type pour le service de jour.

Toutes les dynamos étant groupées en quantité, la canalisation générale est alimentée par un courant à potentiel constant et à intensité variable (*Génie civil*, 11 novembre 1893.) — A. M.

Remarques sur un article précédent de M. Grawinkel, par Uppenborn. — L'article de M. Grawinkel a été publié dans le numéro du

Digitized by Google

22 septembre 1893 du même journal, il traitait de l'influence perturbatrice du fil compensateur non isolé, dans une distribution à trois fils, sur les conducteurs téléphoniques, avec l'appui d'observations nouvelles faites en différentes villes. Il en était arrivé à la conclusion que, tant à Altona qu'à Hambourg, la transmission de courants forts avec conducteur de compensation non isolé était capable de mettre obstacle à une exploitation de réseau téléphonique dans les conditions normales. C'est cette conclusion qui est discutée dans la réponse de M. Uppenborn. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 nov. 1893.) — D.

Influence des courants puissants usités dans le système de distribution à trois fils sur les conducteurs des réseaux télégraphiques et téléphoniques, par Th. Erhard. — Dans la consideration des différentes manières dont les dérangements se produisent, l'auteur spécifie si les perturbations sont dues :

1° A la chute des annonciateurs dans le bureau central téléphonique, ou 2° à l'impossibilité d'établir un contrôle pour constater si un conducteur est en travail ou non et, de plus, si le réseau à trois fils est pourvu d'un fil compensateur isolé ou non Tous ces cas sont examinés au cours d'une longue étude avec diagrammes explicatifs des modes de montage. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 nov. 1893). — D.

Eclairage par lampes à arc, par Tremlett Carter (*suite*). — Emploi des dynamos à courant constant ; comparaison entre les génératrices à induit fermé et celles à induit ouvert ; description d'un régulateur automatique de courant par décalage des balais. (*Electrical Review*, 10 nov. 1893.) — M. L.

ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE. — RECHERCHES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES

Sur la réflexion et la polarisation des ondes électriques, par A. Berthier. — Exposé des travaux de M. J. Klemencic sur l'étude expérimentale du cas de la réflexion des ondes électriques sur un diélectrique. (*Cosmos*, 18 nov. 1893.) — A. M.

Sur les décharges électriques ; production d'oscillations électriques et effets de celles-ci dans les tubes à vide, par H. Ebert et E. Wiedemann. — Traduction du Mémoire original publié dans les *Wiedemann's Annalen* et relatif aux phénomènes des décharges électriques dans les gaz raréfiés. Dans cette première partie se trouvent l'introduction et la description des dispositions expérimentales. (*Lumière Électrique*, 11 nov. 1893.)

Dans la deuxième partie les auteurs examinent successivement les conditions générales pour l'excitation lumineuse des tubes à gaz raréfié dans le champ électrique ainsi que les relations entre les ondulations de la disposition de Lecher et les constantes du circuit. (*Lumière Électrique*, 18 nov. 1893.) — A. M.

Oscillations électriques dans les conducteurs cylindriques, par J. Blondin. — L'emploi général des fils métalliques dans les applications de l'électricité donne une importance capitale à l'étude des phénomènes électriques qui se produisent dans les conducteurs cylindriques soumis à l'influence d'un champ variable. Depuis l'usage des courants téléphoniques, les recherches expérimentales sur les oscillations hertziennes et l'emploi industriel des courants de haute fréquence, cette étude s'est beaucoup développée.

L'auteur commence dans cet article une analyse méthodique des travaux effectués sur ce sujet par lord Kelvin, Mathieu, Heaviside, J.-J. Thompson, etc., en suivant pas à pas le travail publié tout récemment par J.-J. Thompson sous le titre de *Recent researches in Electricity and Magnetism*. (*Lumière Electrique*, 18 nov. 1893.) — A. M.

Résistance électrique des métaux et alliages à de très basses températures. — Compte rendu d'expériences effectuées pour mesurer les résistances spécifiques de ces corps à des températures extrêmement basses obtenues par l'évaporation de gaz et en particulier d'oxygène liquéfié. Les températures étaient évaluées approximativement par la résistance d'un fil de platine recuit servant de point de comparaison. Les résultats obtenus assignent à la conductibilité des métaux purs à de très basses températures un ordre différent de celui qui existe aux températures ordinaires. Le cuivre serait le meilleur conducteur. Un fait curieux est que les corps les plus sonores semblent les meilleurs conducteurs. En examinant la courbe des variations de résistance spécifique on voit que celle-ci tend vers zéro pour tous les corps et il est probable que la résistance spécifique des métaux purs est nulle à la température du zéro absolu. (*Electrical Review*, 10 novembre 1893.) — M. L.

L'emploi des grandeurs complexes en électrotechnique, par Proteus Steinmetz. — Etude du système des courants polyphasés. Représentation schématique des modes de distribution en étoile ou en anneau Circuits non équilibrés. Si dans un système triphasé, on charge un des circuits, à l'exclusion des deux autres, les tensions changent dans ceux-ci et, en général, elles diffèrent l'une de l'autre et aussi de celle du circuit chargé. Développements mathématiques et table. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 17 novembre 1893.) — D.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROMÉTALLURGIE

Séparation électrolytique des métaux du deuxième groupe, par Samuel-C. Schmucker. — On sait qu'au point de vue analytique les métaux sont rangés en plusieurs groupes et que, depuis quelques années, la détermination quantitative des métaux par la méthode électrolytique a fait de rapides progrès. Toutefois, on ne connaissait pas de méthode électrolytique permettant de séparer les trois premiers métaux du deuxième groupe : arsenic, antimoine et étain, des autres métaux du même groupe comprenant : le mercure, le plomb, le bismuth, le cuivre et le cadmium.

L'auteur, dans ce premier article, indique les méthodes permettant de séparer le cuivre de l'étain, le cuivre de l'antimoine, de l'arsenic et

Digitized by Google

de l'étain, le cadmium de l'antimoine, le cadmium de l'étain, le cadmium de l'arsenic et enfin le cadmium de l'arsenic, de l'antimoine et de l'étain.

Indépendamment de la description du procédé de séparation, l'auteur donne des résultats d'expériences qui permettent d'apprécier le degré d'exactitude de la méthode qu'il indique. (*Chemical News*, 17 novembre 1893) — A. M.

Instruments et Méthodes de mesure
Photométrie

Compteurs-moteurs Duncan, par F Guilbert. — Description illustrée de ce compteur. Cet instrument appartient à la catégorie des watts-heure-mètres et peut s'appliquer non seulement aux courants alternatifs simples, mais aussi aux courants polyphasés. Le but de l'inventeur a été surtout d'éviter l'emploi de balais, de commutateurs et de contacts frottants ou à mercure. Le principe de l'appareil est analogue à celui des moteurs monophasés asynchrones. et le démarrage est obtenu par une déviation du champ inducteur. (*Lumière électrique*, 11 novembre 1893.) — A. M.

Lampes

Quelques particularités intéressantes sur l'arc à courants alternatifs, par Thomas Spencer. — Distribution de la lumière produite par l'arc, cause du bruit produit par celui-ci et moyens d'y remédier. Nature des charbons à employer. Effet comparé des bobines à réaction et des résistances non inductives au point de vue spécial du bruit produit par l'arc Nombreux diagrammes intercalés dans le texte. (*Electrical Review*, 10 novembre 1893.) — M. L.

La nouvelle lampe Packard à incandescence. — Lampe contenant un gaz non comburant et à grand rendement lumineux; ces lampes se construisent, paraît-il, pour les plus fortes intensités lumineuses et, à égalité de consommation d'énergie, leur pouvoir éclairant atteindrait les deux tiers de celui d'une lampe à arc. (*Illustrated Electrical Review*, 4 nov. 1893.) — M. L.

Télégraphie et Téléphonie

La transmission des signaux électriques à travers l'espace, par W.-H. Preece. — Traduction complète du Mémoire lu au Congrès d'électricité de Chicago et dont nous avons donné une analyse dans les numéros 147 et 148 de l'*Electricien*. (*Revue scientifique*, 11 nov. 1893.) — A. M.

La téléphonie interurbaine en France, par J.-A. Montpellier. — Description détaillée des appareils utilisés en France pour relier les lignes interurbaines, soit entre elles, soit avec les divers réseaux urbains à fil unique ou à circuit entièrement métallique.

Dans ce premier article sont décrits successivement les divers organes qui entrent dans la composition de la table de jonction et de coupure installée au bureau de Bordeaux. (*Génie civil*, 18 novembre 1893.) — A. M.

Traction électrique

L'emploi des batteries d'accumulateurs dans les usines centrales de tramways électriques. — Avantages de cet emploi rendus patents par de nombreux diagrammes. Etude lue à l'*American Street Railway Association*. (*Illustrated Electrical Review*, 4 novembre 1893.) — M. L.

Tramway électrique Marseille-Saint-Louis (*suite*). — Continuation de l'étude de ce tramway avec plans de tous les détails de construction. Tous les points intéressants sont examinés et discutés consciencieusement ; l'ensemble de cette étude présente tant au point de vue historique qu'au point de vue technique un intérêt considérable. (*Engineering*, 1er novembre 1893.) — M. L.

Considérations pratiques sur la construction des fedeers souterrains pour tramways électriques. — Avantages et inconvénients du système à câbles posés dans des tranchées en maçonnerie ou tirés dans des tubes. Câbles isolés au caoutchouc, câbles isolés avec des matières textiles. (*Illustrated Electrical Review*, 4 novembre 1893.) M. L.

Nouveau coupe-circuit. — Description et dessin d'un modèle de coupe-circuit spécialement applicable aux tramways électriques. (*Illustrated Review*, 4 novembre 1893.) — M. L.

Le chemin de fer élevé de l'Exposition de Chicago, par F. B. — Description du système. (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 4, 1893.) — D.

Etablissement d'usine génératrice pour railways électriques, par Albert Blanchard. — Un des plus importants et des plus difficiles problèmes à résoudre au point de vue pratique consiste dans le choix des chaudières et des moteurs. Attention à accorder et considérations servant de guide à la sélection de ce genre d'appareil. (*The Street Railway Gazette*, 4 novembre 1893.) — D.

Appareil composteur des tickets de correspondance de tramways. — Cet appareil imprime le billet au moment où on le réclame, obviant ainsi à la nécessité où se trouvent les Compagnies d'imprimer chaque jour des milliers de billets en excès sur les besoins. (*The Street Railway Gazette*, 4 novembre 1893.) — D.

Truck perfectionné système Peckham. — Le perfectionnement consiste à donner plus d'extension à la base d'assises des ressorts. Il est expressément étudié pour des voitures fermées de 6 mètres ou des voitures ouvertes de 9,50 m de longueur. (*The Street Railway Gazette*, 4 novembre 1893.) — D.

Le tramway électrique de Colomb, par D. Shepardson. — Détails de construction de la ligne et des appareils. Notes d'atelier. (*The Street Railway Gazette*, 4 novembre 1893.) — D.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

La ville de Gaillac (Tarn) contre la Compagnie du gaz. — Le Conseil de préfecture du Tarn, siégeant dans le lieu ordinaire de ses séances et statuant au contentieux ;

Vu, en date du 5 mars 1892, enregistré au greffe du Conseil, le 9 mars 1892, un mémoire introductif d'instance dans lequel le sieur Henri Amouricq-Descoux, avoué, agissant en sa qualité de maire de Gaillac, expose :

Que M. Antoine-Aubin Durenne, maître de forges domicilié à Paris, est devenu concessionnaire de l'éclairage au gaz dans la ville de Gaillac, suivant traité du 1er février 1870 ;

Qu'aux termes de l'article 25 dudit traité le concessionnaire était tenu d'installer, sur la demande de la ville, tout mode d'éclairage plus économique et plus parfait qui résulterait de découvertes récentes et déjà expérimentées ;

Que les conditions prévues se trouvent réalisées par l'éclairage électrique ; et que ce mode d'éclairage a été adopté suivant délibération prise par le Conseil municipal à la date du 7 juin dernier ;

Que l'exposant a sur-le-champ porté cette décision à la connaissance de M. Durenne et l'a mis en demeure de s'y conformer, suivant exploit de Chappert, huissier à Gaillac, en date du 12 juillet 1891 ;

Qu'après avoir annoncé par deux lettres successives, en date des 18 et 30 juin, la visite de son chef du contentieux, M. Durenne n'a plus donné aucune suite à l'affaire ; que le désir qu'il manifestait de s'entendre avec la municipalité ne paraît avoir eu d'autre but que de gagner du temps et d'éluder l'exécution de ses engagements ;

Mais, attendu que l'intérêt de la ville exige impérieusement une solution ; que l'état d'incertitude, dans lequel elle est maintenue par M. Durenne l'empêche d'examiner les offres qui lui sont faites par d'autres entrepreneurs ;

Que, par délibération du Conseil municipal, en date du 5 juillet dernier, l'exposant a été autorisé à ester en justice et que l'autorisation administrative est intervenue à la date du 13 juillet ;

Qu'aucune réponse de M. Durenne ne s'est produite depuis cette époque ;

Attendu qu'il y a pour la ville de Gaillac la plus grande urgence à faire consacrer son droit ;

Attendu qu'en vertu de l'article 39 des conventions du 1er février 1870, la commune de Gaillac ayant assigné M. Durenne devant le Tribunal civil de Gaillac, ce dernier s'est déclaré incompétent ; qu'aux termes d'une jurisprudence constante les difficultés sur l'interprétation ou sur l'exécution des traités pour l'éclairage au gaz d'une ville sont de la compétence des Conseils de préfecture ;

Attendu que le maire de Gaillac ès qualités a été régulièrement autorisé à ester en justice contre M. Durenne à l'effet de le contraindre à l'exécution de l'article 25 du traité du 1er février 1870 ;

Que, pour ces motifs, l'exposant se pourvoit devant le Conseil pour qu'il lui plaise : décider qu'aux termes de l'article 25 du traité du 1er février 1870 le sieur Durenne est tenu d'installer l'éclairage électrique dans la ville de Gaillac ; que, faute par lui d'avoir pris l'engagement ferme de remplir son obligation, et d'avoir commencé les travaux d'installation dans le délai d'un mois, il sera d'ores et déjà déclaré déchu du droit corrélatif à son obligation que lui conférait l'article 25 et que, sous la réserve formelle de dommages et intérêts auquels donnerait ouverture en sa faveur l'inexécution de la convention, la ville de Gaillac reprendra sa liberté d'action et pourra, dès que le délai ci-dessus sera expiré, traiter pour l'installation de l'éclairage électrique avec tel entrepreneur et à telles clauses et conditions qu'on avisera ;

Vu, en date du 15 novembre 1892, enregistré au greffe, le 19 du même mois, un mémoire en réponse dans lequel M. Durenne, maître de forges, demeurant à Paris, expose :

Qu'aux termes d'un traité passé le 1er février 1870, M. Delbreil, maire de Gaillac, agissant en cette qualité, et en vertu d'une délibération du Conseil municipal du 6 juin 1869, a concédé à M. Durenne l'entreprise privilégiée de l'éclairage par le gaz de la ville de Gaillac, pendant 45 années consécutives, commençant à courir le 1er avril 1870 ;

Que les meilleures relations ont existé entre la commune de Gaillac et le concessionnaire jusqu'en 1890 ;

Qu'en 1887 M. Durenne consentit spontanément une réduction de cinq centimes, et même, dans certains cas, de sept centimes et demi sur le prix du mètre cube de gaz consommé par les particuliers, prix fixé par le traité à 40 centimes ;

Que le nouveau Conseil municipal résolut d'obtenir de M. Durenne une diminution au moins égale sur le prix du mètre cube de gaz consommé par l'éclairage public ;

Qu'un entretien dans ce sens eut lieu à Paris entre M. Descoux, maire, et M. Durenne, au cours duquel M. Durenne, sans opposer un refus formel, se réserva de mettre cette demande à l'étude ; qu'il écrivit, le 23 juin, au maire de Gaillac pour l'informer qu'il chargeait son représentant à Gaillac, M. Cambefort, de rechercher les moyens d'arriver à une conciliation ; que cette lettre demeura sans réponse ; que M. Durenne était informé par une série de lettres de son représentant à Gaillac que la municipalité avait recours à mille mesures vexatoires ;

Qu'en présence de cette attitude nouvelle il appartenait à M. Durenne de faire exécuter à la lettre le traité de concession, et, dès lors, s'appuyant sur les articles 1 à 5, par lesquels la ville garantit une dépense annuelle minima, il réclama par une série de lettres des 26 juillet, 21 octobre, 10 novembre et 20 novembre 1890, restées sans réponse, le montant des sommes arriérées qui lui étaient dues de ce chef, la ville n'ayant jamais atteint depuis 1882, la consommation prévue par le traité ;

Que, de son côté, la ville de Gaillac, faisant une fausse interprétation de l'article 25 du traité, sommait, le 12 juin 1891, M. Durenne d'avoir à commencer les travaux d'installation de lumière électrique dans un délai de quinzaine ;

Que deux actions ayant été introduites devant le

Digitized by Google

tribunal civil de Gaillac, ce dernier se déclara incompétent par jugement du 3 mars 1892 ;

Qu'aux termes de sa requête introductive d'instance devant le Conseil de préfecture, la ville de Gaillac demande que, par application de l'article 25 du 1er février 1876, M. Durenne soit tenu d'installer l'éclairage électrique à Gaillac ;

Que cette demande est exclusivement fondée sur l'article 25 du traité de concession ; qu'il faut, pour que l'obligation d'installer ce nouveau mode d'éclairage incombe à M. Durenne, qu'il soit dès à présent démontré :

1° Que le mode d'éclairage par l'électricité est plus parfait que celui par le gaz ;

2° Que le mode d'éclairage par l'électricité est plus commode que celui par le gaz ;

3° Que le mode d'éclairage par l'électricité est plus économique que celui par le gaz pour la ville de Gaillac ;

Que la ville de Gaillac répondant affirmativement sur tous ces points, M. Durenne répondant négativement, une expertise paraît nécessaire pour départager les parties ;

Pour tous ces motifs, le sieur Durenne requiert qu'il plaise au Conseil décider avant faire droit qu'il sera procédé par trois experts, dont M. Charles Gibault, ingénieur à Paris, 68, avenue Philippe-Auguste pour le concluant, à une expertise portant sur les trois points suivants :

1° L'éclairage par l'électricité est-il plus parfait que l'éclairage par le gaz ?

2° L'éclairage par l'électricité est-il plus commode pour la ville de Gaillac que l'éclairage au gaz ?

3° L'éclairage par l'électricité est-il plus économique pour la ville de Gaillac que l'éclairage au gaz ?

Vu les autres pièces du dossier, notamment le traité du 1er février 1870 et les délibérations prises par le Conseil municipal de Gaillac, à l'occasion de cette affaire ;

Vu les lois des 28 pluviôse an VIII, 16 septembre 1807 et 22 juillet 1889 ;

Ouï M. Galibern, conseiller, en son rapport ;

Ouï les observations présentées par Me Ebelot, avocat, pour la commune de Gaillac, et par Me Tézénas, avocat, pour M. Durenne ;

Ouï M. le commissaire du gouvernement en ses conclusions ;

Considérant que, suivant traité du 1er février 1870, approuvé le 1er avril suivant, la ville de Gaillac a concédé à M. Durenne l'entreprise de l'éclairage au gaz pour une période de 45 ans qui prend fin seulement au 1er avril 1915 ; qu'aux termes de l'article 25 la ville avait réservé que, dans le cas où de nouveaux procédés consacrés par l'expérience auraient pour résultat un abaissement notable dans le prix de revient du gaz, ou si, par suite d'une nouvelle découverte, un mode d'éclairage plus parfait, plus commode, plus économique que le gaz était mis en usage dans un certain nombre de villes de France telles que Paris, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, Rouen, Lille, la Compagnie s'engage, si la ville le demande, à la faire profiter des avantages économiques qui en seraient la conséquence ; dans ce cas, la ville profitera de la moitié de l'économie, le surplus appartiendra au concessionnaire ;

Considérant que le fond du litige repose sur l'interprétation de l'article 25 précité ; qu'aux termes de cet article trois conditions sont exigées pour que l'entrepreneur soit obligé de substituer à l'éclairage par le gaz l'éclairage par un nouveau procédé ; qu'il faut que le nouveau procédé à adopter soit à la fois plus parfait, plus commode et plus économique pour la ville de Gaillac que celui par le gaz ;

Considérant que le Conseil de préfecture n'a pas des éléments d'appréciation suffisants pour déterminer, dès à présent, si l'éclairage par l'électricité remplit les conditions imposées par l'article 25 du traité du 1er février 1870 ; qu'il n'est pas établi que le prix de l'unité d'éclairage à l'électricité est un prix constant ; que ce prix varie d'une ville à un autre en raison des frais d'installation ; qu'il est, en effet, incontestable que le prix de revient sera plus ou moins élevé selon que les moteurs destinés à produire l'électricité seront actionnés par des forces naturelles ou par des forces artificielles.

Considérant qu'à défaut d'éléments d'appréciation certains, le Conseil ne peut que recourir à une expertise à l'effet de déterminer quel serait le prix de revient de l'unité de l'éclairage électrique équivalente à une unité d'éclairage par le gaz d'intensité égale produite par une installation faite dans les meilleures conditions d'économie ;

Considérant qu'il y a lieu de donner acte à M. Durenne de la désignation qu'il a faite de M. Gibault, ingénieur à Paris, et à la ville de Gaillac de celle de M. Juppont, ingénieur à Toulouse ;

Par ces motifs,

Après en avoir délibéré hors la présence des parties ;

Arrête :

Article 1er. — Il sera, par trois experts désignés, un par chacune des parties en cause, le troisième par le Conseil, procédé à une expertise à l'effet de déterminer :

1° Si l'éclairage électrique est plus parfait pour la ville de Gaillac que l'éclairage par le gaz ;

2° Si l'éclairage électrique est plus commode pour la ville de Gaillac que l'éclairage par le gaz ;

3° Si, étant donnée une installation électrique faite dans les meilleures conditions d'économie, le prix de revient de l'unité d'éclairage par l'électricité sera supérieur, égal ou inférieur à celui de l'unité équivalente d'éclairage par le gaz dans la ville de Gaillac.

Art. 2. — M. Gibault, ingénieur à Paris, et M. Juppont, ingénieur à Toulouse sont désignés comme experts.

Art. 3. — Le Conseil de préfecture désignera ultérieurement le troisième expert.

Art. 4. — Les experts sus-nommés prêteront serment entre les mains de M. le Sous-Préfet de Gaillac ; ils déposeront leur rapport sur timbre et enregistré dans un délai de trois mois à partir du jour où notification leur sera faite du présent arrêté.

Prononcé en séance publique à Albi, le 24 juillet 1893.

M. Gibault se trouvant dans l'impossibilité de suivre cette expertise, M Delahaye a été désigné pour le remplacer, par arrêté en date du 29 septembre 1893.

M. Serget, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, à Cahors, a été désigné comme troisième expert par le Conseil de préfecture.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 154 9 Décembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

L'HOTEL CENTRAL DES TÉLÉPHONES A PARIS

Avant d'aborder l'étude et la description du nouveau bureau central des téléphones érigé rue Gutenberg, j'ai le devoir d'exprimer à M. de Selves, directeur général des postes et télégraphes, et à M. Berthot, directeur du service téléphonique, mes sentiments de reconnaissance, en raison des facilités qu'ils m'ont accordées dans l'exécution de ce travail.

Notre étude se divisera méthodiquement en deux parties : la première comprendra tout ce qui se rapporte à l'œuvre architecturale, aux aménagements intérieurs correspondants à l'appropriation rationnelle du monument, à l'arrivée des câbles et à la distribution des lignes d'abonnés; la seconde traitera de l'installation proprement dite des tableaux de communication et examinera les conditions de fonctionnement d'un appareil multiple en vue de l'obtention du plus haut rendement possible dans l'emploi des lignes.

Des questions subsidiaires se produiront peut-être au cours de ce travail, en connexité étroite avec le sujet principal.

Les douze bureaux centraux actuels desservant Paris seront successivement réduits à quatre :

1° Le bureau de la rue Gutenberg, faisant le service de l'ancien Paris et devant comporter au total 6 000 abonnés ;

2° Le bureau de l'avenue de Wagram, depuis quelque temps déjà en service, dont le réseau s'étend sur Batignolles et Passy, pour 3 000 abonnés ;

3° Le bureau de la rue de Belleville, absorbant la Villette, Belleville et les districts voisins, pour 6 000 abonnés ;

4° Enfin, un bureau à installer sur la rive gauche de la Seine, qui desservira toute cette portion du territoire de la ville.

Bâtiment

Le monument, conçu par M. Boussard, architecte, est vraiment remarquable. Il participe autant de l'œuvre d'un ingénieur que de celui d'un architecte, au sens communément attribué à ce dernier terme. Aussi, la structure de l'édifice a-t-elle, aussitôt, évoqué en nous le souvenir du cours d'architecture industrielle professé à l'école dont nous avons suivi l'enseignement, et c'est à la lumière de ces principes et de cette méthode que nous nous guiderons dans la visite de toutes les parties du monument. La figure 1 en représente la façade sur la rue Gutenberg, fermée à ses deux extrémités par une grille magnifique, ramusculée de branches et de follioles, d'un art très étoffé et fort imaginatif. Cette production si réussie de serrurerie d'art nous fait bien regretter de ne pas la voir reproduite sur le dessin.

Le programme était établi sur des données qui devaient rendre l'édifice simple et de réalisation simple également. L'architecte s'est inspiré des principes féconds d'accusation au dehors de la distribution intérieure.

Le contraste est frappant avec l'architecture pénitentiaire de son robuste voisin, le

Digitized by Google

massif hôtel des postes, dont il se distingue tout de suite par la légèreté et l'élégance de la construction.

Les lignes principales, s'étendant en largeur, amples, rompent avec la monotonie de l'étriquée direction en hauteur du bâtiment d'en face.

La façade principale est constituée par un immense rectangle vitré de 40 m de développement, reposant sur un soubassement en pierre blanche et serti entre deux robustes ailes en maçonnerie. Les pilastres sont en briques, les tours latérales en pierres et briques; les chambranles, les meneaux, les écoinçons de baies cintrées, en terre cuite.

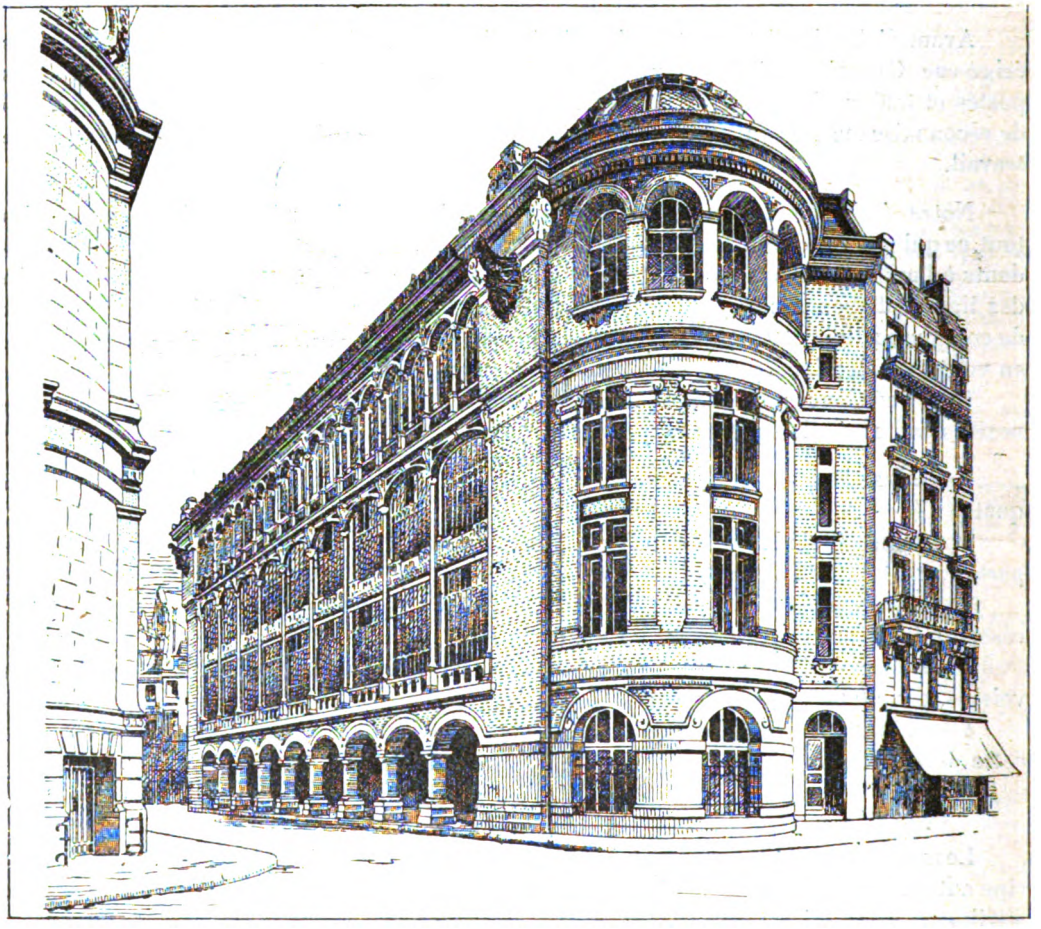


Fig. 1.

Au rez-de chaussée, un hall ouvert forme remise pour les voitures de la poste. Le soubassement pourrait paraître un peu lourd en regard de la légèreté du métal, du verre et des briques entrant dans la composition des étages supérieurs ; la légèreté des briques est encore accrue par leur brillante coloration. Cette critique disparaît si l'on songe que le poids dû aux appareils, câbles et personnel, sera vraiment considérable. On ne se rend pas bien compte de la nature des chapiteaux, des pilastres ioniques, collés aux tours. Ce sont des contreforts, s'entend ; mais un contrefort décoré demande un couronnement, non pas un chapiteau; un chapiteau est fait pour porter quelque chose, et dans ce cas-ci ils ne portent rien. Leur présence est une obsession des souvenirs clas-

Digitized by Google

siques. Il y a aux anses de panier du soubassement de bien intéressantes volutes; il y en

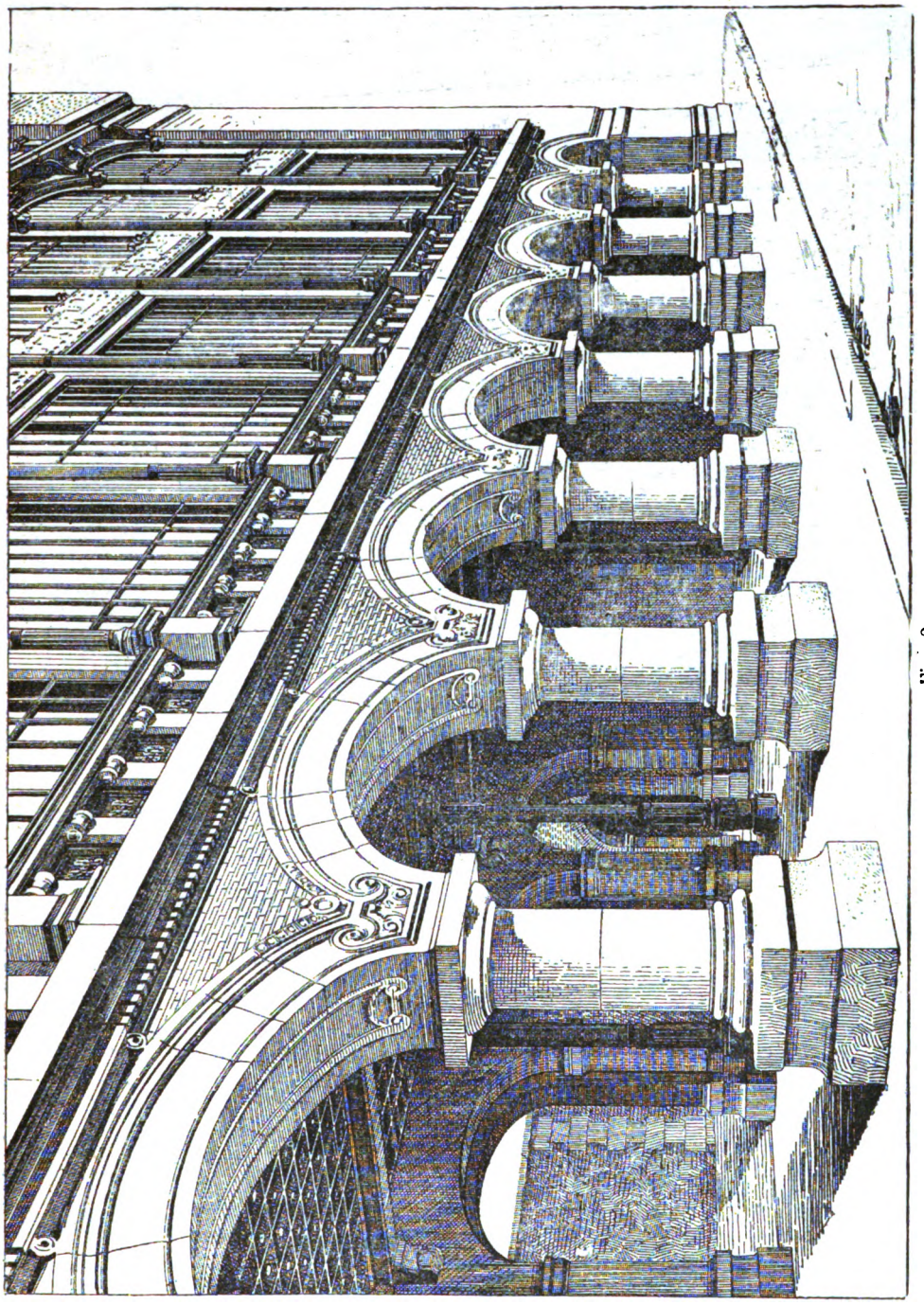


Fig. 2.

a aussi aux colonnes en fonte des étages et on se demande pourquoi la réminiscence grecque dans une construction en fer?

Le rez-de-chaussée est plafonné en terre cuite, suivant un système ingénieux : c'est

Digitized by Google

une série de compartiments formés de deux morceaux, chacun de la grandeur d'une

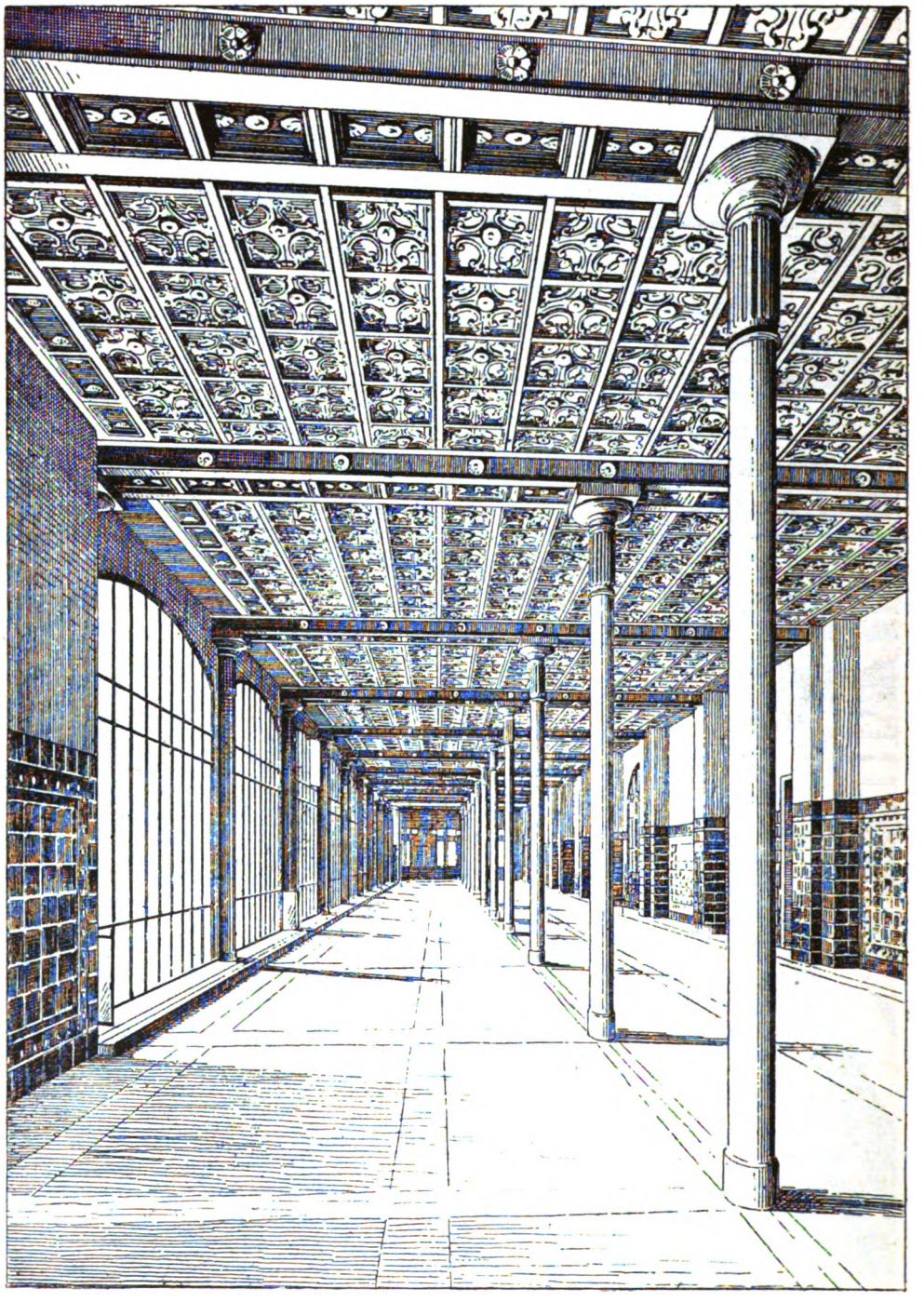


Fig. 3.

tuile, posés jointifs avec encoches demi-circulaires au milieu, et qui, par leur rapprochement, laissent entre eux un cercle vide dans lequel est introduit un autre fragment for-

Digitized by Google

mant clef de serrage (fig. 2). Le corps de maçonnerie est revêtu de briques émaillées. La tonalité de ce revêtement est d'un blanc verdâtre, d'un très joli effet, qui s'harmonise parfaitement avec le ton vert clair donné aux membrures métalliques.

Ne quittons pas le rez-de-chaussée sans remarquer le système d'enraillement affecté aux voitures des postes : à proprement parler, ce n'est pas un enraillement, vu que les roues des véhicules ne roulent pas sur rails. C'est plutôt un mode de guidonnage qui empêche l'accrochage des véhicules placés latéralement. Il consiste en petites poutrelles disposées à plat parallèlement les unes aux autres et transversalement au hall à environ 0,30 m du sol, entre lesquelles s'engagent les roues des voitures à leur arrivée comme à leur sortie. Cet arrangement si simple prévient bien des heurts et des retards dans le service ; l'expédition et le remisage des voitures en sont accélérés.

Au-dessus du rez-de-chaussée, une grande salle de 65 m de longueur sur 10 de largeur (fig. 3) ; cette salle se répète dans la hauteur des quatre étages. Ces étages sont destinés à renfermer les appareils téléphoniques, doubles rangées de meubles devant lesquels sont assises les téléphonistes.

Au premier étage se trouve la salle des communications interurbaines et à grande

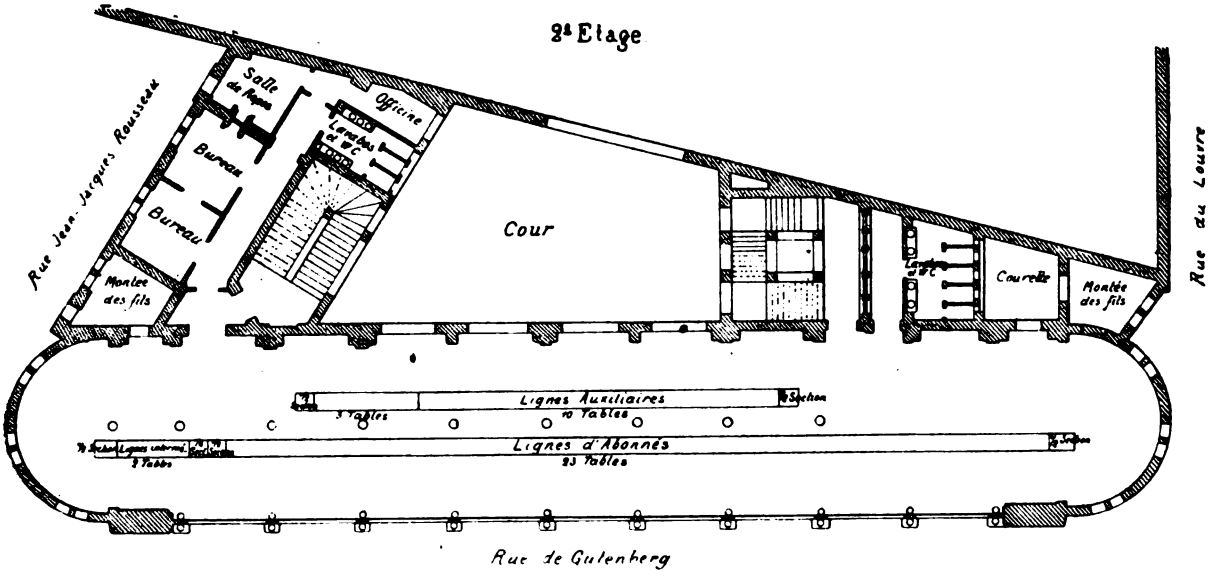


Fig. 4.

distance, des cabines des réseaux annexes de la banlieue de Paris et de Paris; l'atelier des mécaniciens et un grand vestiaire y sont également établis.

La figure 4 montre une vue en plan coupe du second étage. C'est dans cette salle qu'est installé un appareil multiple de 6 000 abonnés avec les lignes auxiliaires et toutes les lignes suburbaines.

Les troisième et quatrième étages sont des salles de même superficie, consacrées à l'extension future.

Les fils venant du sous-sol montent aux étages par des cheminées contiguës aux hémicycles (fig. 4). A chaque étage, le faisceau des câbles s'épanouit sous une estrade couvrant la surface extrême des hémicycles, et de là ils passent dans l'espace laissé libre entre les meubles (fig. 3) et vont se rattacher aux appareils.

Digitized by Google

Les services administratifs occupent l'aile du bâtiment situé le long de la rue Jean-Jacques-Rousseau.

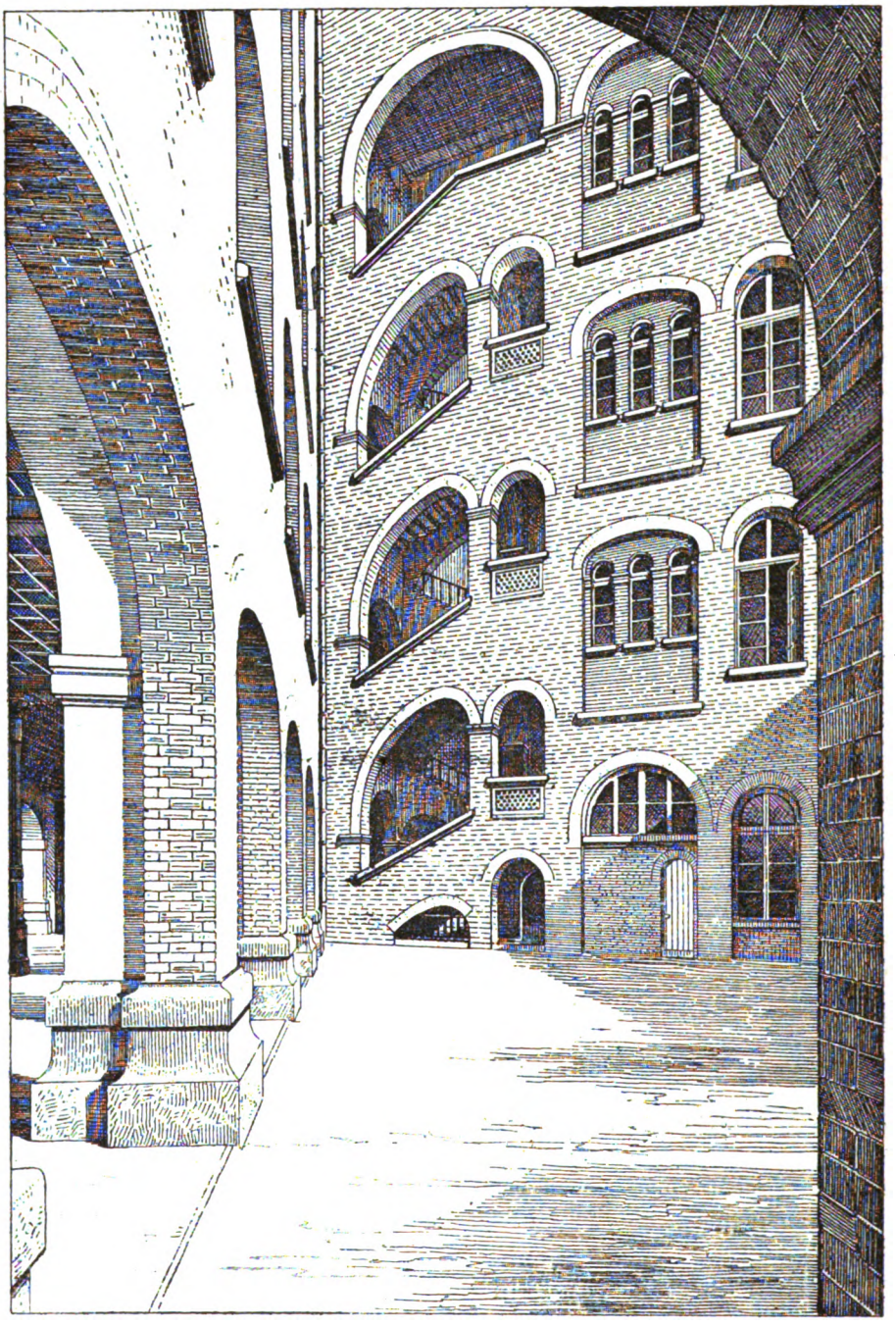


Fig. 5.

Des colonnes creuses renforcées de montants en fonte divisent la façade en travées, dont les vides sont occupés par un vitrage en verre cathédrale, épais, martelé, qui s'oppose

Digitized by Google

à la pénétration des regards du dehors, tout en versant à l'intérieur une abondante lumière Sur ces montants et sur le mur opposé au vitrage reposent les poutres, laissées apparentes (fig. 3), qui supportent les planchers. Ceux-ci sont dallés en béton et mâchefer. Le plafond est composé d'ornements en terre cuite ; elle est également employée avec sa couleur naturelle pour les balustrades, appuis, chéneaux, rostres, etc. Les fenêtres qui éclairent les bâtiments des ailes ont leurs meneaux en terre cuite creuse et remplis de béton à l'intérieur. Les baies en rampant, dessinant l'ascension des volées d'escaliers, sont dépourvues de toute fermeture (fig. 5). Les marches d'escaliers et les piliers de la cage en béton, imitant la pierre, nous semblent une supercherie structurale. Les murs de ces cages, enduits de plâtre au panier sont durcis à la marmoreine.

Les parois des grandes salles sont simplement recouvertes en carrelages émaillés sur une hauteur de 2,50 m.

Les combles sont éclairés par un jour astral.

Les salles et le sous-sol sont éclairés au moyen de lampes à arc et de lampes à incan-

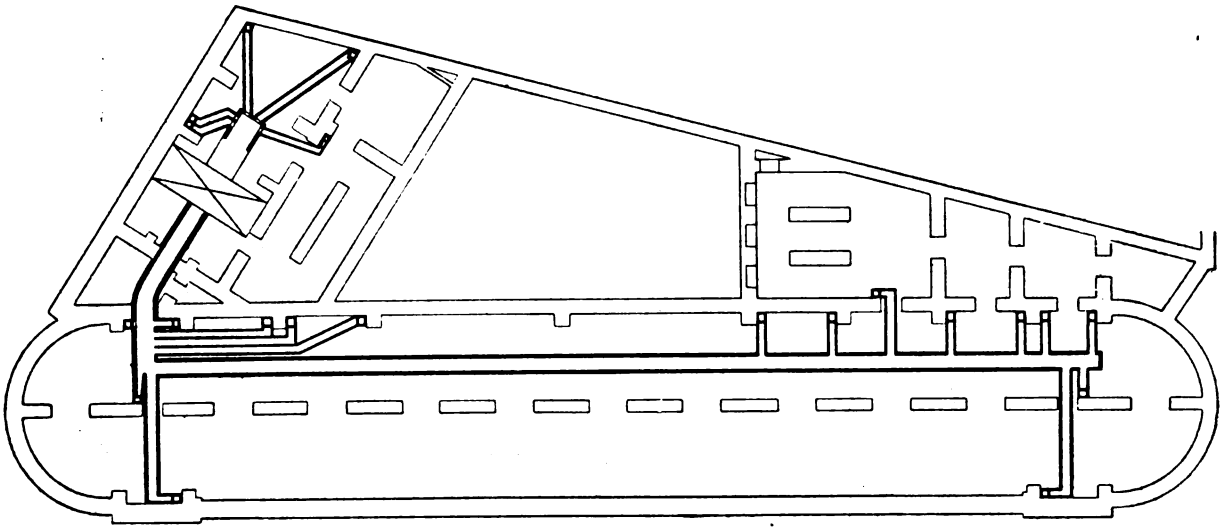


Fig. 6.

descence ; celles-ci sont installées sur les meubles du multiple, au moyen de bras doublement infléchis, de façon à projeter une vive lumière sur les numéros des tableaux d'opération. Le courant continu est fourni par l'usine municipale des halles. Le tableau de distribution des circuits de lumière est monté dans un petit réduit du rez-de-chaussée, à droite du vestibule d'entrée, pièce que l'on traverse pour se rendre à la salle des essais. La porte d'entrée de cette salle est couronnée par cintre dessiné, sur lequel sont peints à fresque les portraits médaillons du personnel supérieur de l'administration des postes et télégraphes. Au rez- de-chaussée de l'hémicycle situé sur la rue du Louvre sont installées six confortables cabines publiques.

L'architecte s'est efforcé d'obtenir le maximum d'effet et de solidité avec le minimum de frais, par d'ingénieux procédés de construction, et en tirant un profit avantageux de matériaux peu coûteux. Personnellement, nous lui adressons le reproche amer, pour en avoir éprouvé les inconvénients, de ne pas avoir doté son édifice d'une bonne installation d'ascenseur.

Digitized by Google

Il reste encore une question importante à examiner, connexe à l'érection et à la destination de ces grands monuments, c'est la question du mode de chauffage et de ventilation des salles. Entre les diverses méthodes de chauffage soit par des arrivées d'air multiples, soit par rayonnement direct de l'eau chaude ou de la vapeur, soit par des calorifères à air chaud, le choix s'est fixé sur le système par propulsion mécanique d'air chaud que construit la maison d'Anthonay. Il consiste à réunir en une seule et même installation le chauffage et la ventilation.

Dans le sous-sol de l'aile du bâtiment en façade sur la rue J.-J. Rousseau, un moteur à air comprimé actionne un ventilateur qui aspire continuellement l'air du dehors. Cet air passe au contact de tuyaux de chauffe, ensuite sur un humidificateur composé d'une série de disques en fer, laissant entre eux un petit intervalle, enfilés sur un axe sous la rotation duquel les disques, à demi plongés, barbotent dans l'eau. L'air se sature d'un certain degré d'humidité sur ces disques, se débarrasse des poussières en suspension et peut même, au besoin, se purifier par son passage dans un liquide désinfectant. Il se distribue, ensuite, sous pression, dans des canalisations (fig. 6) qui alimentent les gaines verticales établies dans les murs ; d'autres gaines similaires permettent l'évacuation de l'air vicié et le maintien de la pression atmosphérique constantes dans les locaux.

L'appareil fonctionne été comme hiver pour assurer une ventilation constante qui n'atteint pas moins de 30 000 m³ de déplacement d'air à l'heure. La chaufferie, confiée à un seul homme, fournit à l'air de ventilation la chaleur nécessaire pour assurer dans les salles une température de 18 degrés.

Dans les grandes salles au long du vitrage et au ras du sol court une bouche de chaleur d'où l'air chaud monte en balayant le verre, et évitant ainsi le refroidissement que cette étendue de surface vitrée pourrait causer. Nous avons, à plusieurs reprises, parcouru ces salles, nous y avons même fait des stations d'une certaine durée par divers temps et nous avons eu l'occasion de constater toujours une réelle sensation de bien-être.

ARRIVÉE DES CABLES DANS LE SOUS-SOL

Des égouts spéciaux sont exclusivement affectés à l'amenée des câbles sous plomb dans le sous-sol de l'hôtel. Ils débouchent des galeries dans un chenal, sorte d'auget métallique établi le long des fondations des murs.

Ces câbles sont de trois espèces : d'abord les gros câbles formés de cent conducteurs pour cinquante lignes d'abonnés, les câbles à quatorze conducteurs et les câbles à isolement, système Fortin-Herman.

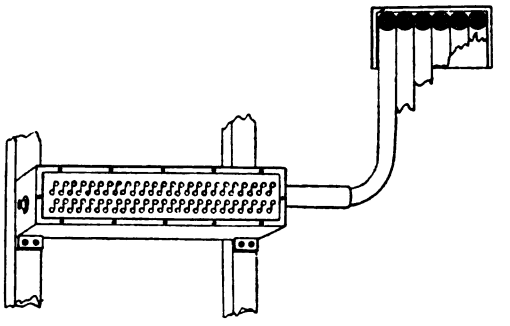


Fig. 7.

Les câbles, après avoir rampé dans la gaine le long du mur, se relèvent successivement, pour venir s'emboucher sur la paroi latérale d'une boîte hermétiquement close, appelée tête de ligne. Les têtes de ligne sont étagées sur un bâti en bois régnant sur toute la hauteur du sous-sol. Il y en a sept, disposées sur chacune des deux faces de chaque châssis. Si on se place en face de l'ensemble du bâti, on remarquera la totalité des boîtes établies par rangées horizontales suivant un ordre méthodique.

Ces boîtes portent sur leur face externe antérieure deux séries horizontales de bornes isolées qui se prolongent jusque dans l'intérieur. Sur les bornes internes sont branchés les

Digitized by Google

fils conducteurs dénudés composant le câble. Aux bornes externes sont rattachés les fils des câbles d'intérieur, qui sont alors conduits par couches horizontales reposant sur des consoles scellées dans le mur jusqu'au distributeur. Il règne un ordre rigoureux dans la

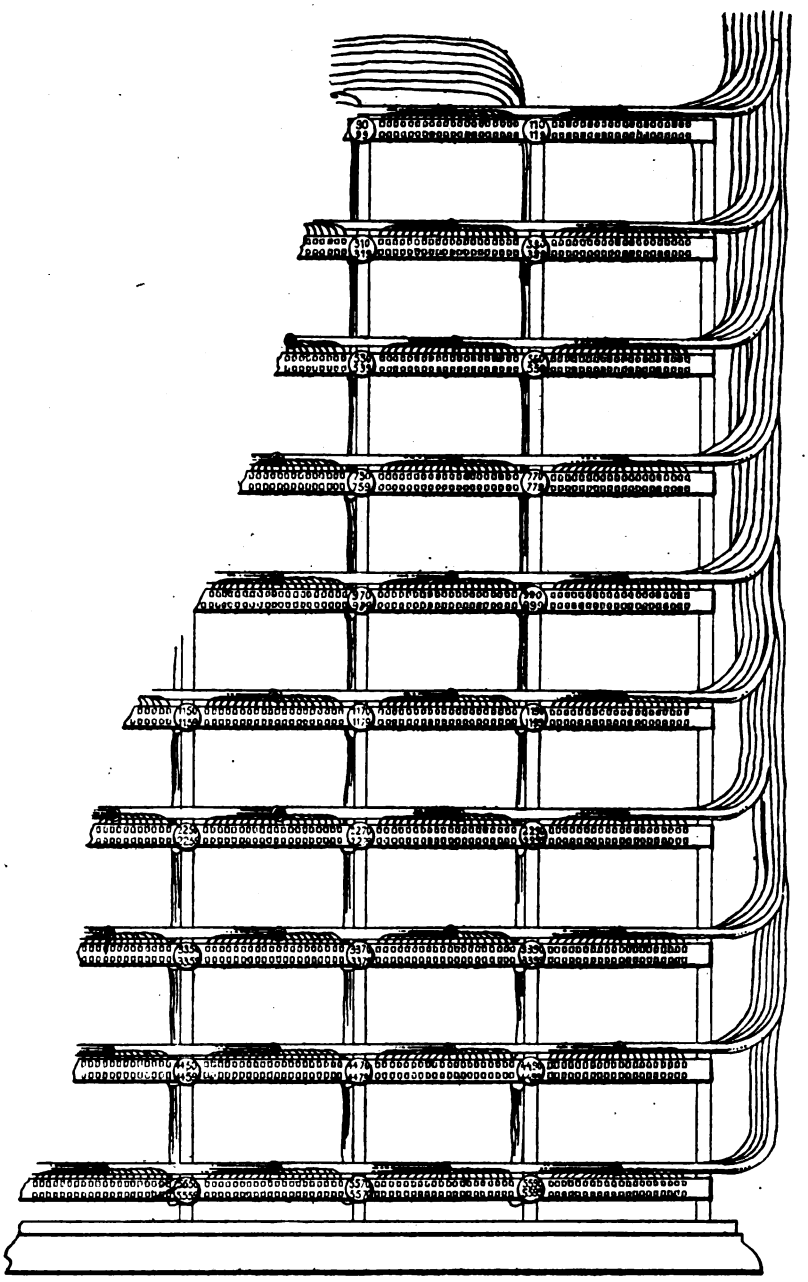


Fig. 8.

disposition des câbles, pour pouvoir parer aux éventualités de dérangements ou de défauts survenant dans les lignes.

Avant de nous occuper de l'appareil de distribution, il nous reste à bien préciser le

Digitized by Google

rôle des boîtes têtes de ligne interposées sur le parcours des câbles. Elles ne sont pas uniquement employées dans la cave de l'immeuble, elles existent aussi en certains points des réseaux des égouts, placées dans des chambres dites chambres de raccordement, qui, comme leur nom l'indique, servent à faire des liaisons entre câbles émanant des autres bureaux centraux ou aussi aux raccordements de lignes d'abonnés.

Ces boîtes jouent un rôle extrêmement important dans le système de canalisation. Elles permettent de relever l'isolement des câbles.

Observez sur le flanc antérieur de la caisse (fig. 7), un téton qui sert à l'introduction d'un tuyau où circule de l'air comprimé. Celui-ci, emprunté à la distribution d'air comprimé de la compagnie de ce nom, après avoir traversé une série de réservoirs remplis de pierre ponce ou toute autre matière desséchante, est refoulé dans les boîtes des têtes de ligne sous une certaine pression et opère la dessiccation de l'isolant à la condition, bien entendu, que la paraffine n'entre pas dans la composition du diélectrique pour s'opposer au passage de l'air.

Les câbles se rendent des têtes de ligne au distributeur. C'est l'appareil que la figure 8 montre en partie à l'avant de la cloison séparative qui divise la cave en deux compartiments. Le distributeur remplace la rosace des anciens bureaux. C'est sur le distributeur que s'opéreront les mutations de fils jugées nécessaires dans le cours de l'exploitation.

La figure 8, malheureusement dessinée à une échelle trop réduite, représente une portion du distributeur, composé de montants métalliques verticaux reliés par des traverses horizontales comme une sorte de cage à disposer les bouteilles dans les caves. Les câbles venant des têtes de ligne viennent épanouir leurs fils sur les planchettes en matière isolante numérotées et fixées sur les montants verticaux du côté du mur). Ils y sont, bien entendu, rattachés à des serre-fils. De chaque serre-fil part un câble à deux conducteurs, qui se relie à un serre-fil correspondant placé sur une planchette horizontale à l'avant (fig. 9) portant un certain nombre de serre-fils numérotés de tel chiffre à tel chiffre. De là tout le faisceau de câbles est dirigé par nappes aux étages pour rejoindre les appareils.

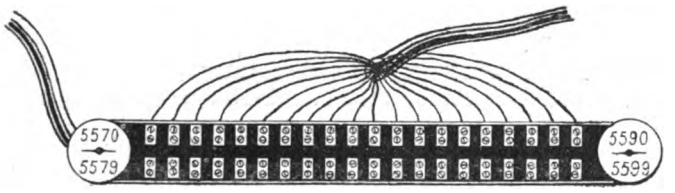


Fig. 9.

Un numéro unique est dévolu à chaque abonné ; le numéro le suit partout quels que soient les changements de résidence de l'abonné. Ce dernier est, par conséquent, immatriculé. S'il vient à changer d'adresse, sa ligne sera reportée sur un autre câble, mais il gardera toujours son numéro. Retenons bien ce fait, nous en ferons ressortir ultérieurement l'extrême importance. Les mutations de lignes s'effectuent sur le distributeur, rien n'est altéré aux tableaux.

Dans beaucoup de pays, l'appel des abonnés se fait au moyen d'appareils magnétiques spéciaux. A Paris l'usage a accrédité l'emploi de batteries d'accumulateurs au bureau central. Trois batteries d'éléments Tudor sont destinées à ce service, sur lesquelles il en reste une de réserve. Elles sont chargées par le courant de l'usine des Halles. Pour les microphones du bureau, on se sert de piles-bloc. L'abonné possède, à son poste, des éléments Leclanché.

Dans notre prochain article, nous aborderons l'étude du multiple de la Western Company.

Em. DIEUDONNÉ.

Digitized by Google

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DU PROGRÈS AU PALAIS DE L'INDUSTRIE

(*suite et fin*[1])

Nous avons, dans un article précédent, passé en revue toutes les expositions intéressantes de la classe 20 : Électricité ; il nous reste aujourd'hui à parler de celles de la classe 21 : Télégraphie, Téléphonie.

On remarquera, d'ailleurs, que beaucoup des objets compris sous cette dénomination du catalogue n'ont pas moins de rapports directs avec l'industrie électrique en général que ceux qui font partie de la classe 20. Nous croyons, pour notre part, que cette division en deux classes n'a pas sa raison d'être et qu'il vaudrait mieux faire un seul groupe de toutes les expositions ayant trait à l'électricité en général. Il n'y a, en effet, pas plus de motifs pour mettre à part la téléphonie que l'électrolyse, par exemple, ou la transmission de force. L'unité, qui manque, comme nous l'avons déjà dit, à l'Exposition en général, n'aurait qu'à y gagner.

Le premier nom auquel nous nous arrêtons sur la liste du catalogue officiel est celui de la Société française du Bi-Métal ; cette Société, qui a repris et exploite les brevets Martin-Ducamp, a fait une exposition très importante de ses produits : fils et barres partie en cuivre de haute conductibilité et patie en de bi-métal. Les divers échantillons exposés permettent de se rendre compte de la liaison intime existant entre l'acier formant l'âme du conducteur et la chemise de cuivre qui le recouvre, ce qui explique la possibilité de l'étirage d'une barre du métal composite pour obtenir les fils les plus fins en laissant invariable la proportion des sections des deux métaux juxtaposés, sans qu'ils se séparent.

Les avantages revendiqués pour le fil de bi-métal pour les lignes aériennes sont connus : plus grande légèreté et plus grande ténacité, à conductibilité égale, que les fils de fer et les bronzes téléphoniques ; d'où, économie non seulement dans le conducteur, mais encore dans les supports.

Des expériences sont actuellement en cours sur plusieurs lignes télégraphiques appartenant aux Compagnies de chemins de fer et, en particulier, sur la ligne Paris-Saint-Quentin, pour l'administration des Postes et Télégraphes. Les rapports officiels ne sont pas encore parus ; leurs résultats seront intéressants à connaître. On a, en effet, exprimé la crainte qu'au portage des isolateurs, par suite du mouvement vibratoire causé par le vent, la chemise conductrice et protectrice de cuivre ne se trouve détériorée, et que l'âme d'acier ne soit rapidement rongée par suite de l'effet galvanique au point dénudé.

Le temps seul permettra de résoudre cette question qu'il serait téméraire de juger aujourd'hui.

Nous trouvons, en suivant l'ordre du catalogue, le nom de M. Genteur, le constructeur d'appareillage pour stations centrales. Sans doute M. Genteur a pensé que ses modèles étaient assez connus pour qu'il soit inutile de les exposer ; en tout cas, son exposition ne comprend qu'une machine électrique à voter.

Cet appareil, fort curieux et ingénieusement combiné, est destiné à totaliser, à mesure que les électeurs ont voté, les voix de chaque concurrent et à éviter toute fraude de quelque nature que ce soit. Selon le cas, la machine à voter peut être réglée de façon à permettre

[1] Voir *Electricien*, n° 152, page 363.

Digitized by Google

de voter pour un seul ou pour un nombre déterminé de candidats. Des sonneries d'alarme sont disposées de façon à aviser le président du bureau électoral de tout défaut de fonctionnement ou de toute tentative de fraude. L'appareil étant placé entre des cloisons qui abritent des regards indiscrets, il est impossible que le votant puisse être influencé par une cause quelconque ; la crainte que son écriture ou la forme de son bulletin puisse le trahir n'existe plus.

La maison Pleyel et Wolff figure dans la classe 21 pour un diapason électrique, qui n'est autre chose qu'un diapason dont les vibrations sont entretenues par les variations du magnétisme dans un électro-aimant dont la bobine est en circuit avec une pile et un microphone. Tout l'ensemble est fixé sur une caisse sonore. Cet appareil semble devoir être fort utile pour accorder les instruments de musique et, si son principe n'est pas entièrement nouveau, cette application spéciale vaut la peine d'être signalée.

Nous terminerons la liste du catalogue avec la Société générale des Téléphones (aujourd'hui Société industrielle des Téléphones). Cette Société expose son matériel téléphonique, sur lequel nous n'aurions pas à attirer l'attention de nos lecteurs dans la crainte de faire du vieux neuf, si nous n'avions à signaler l'usage de l'ivorine pour remplacer l'ébonite dans toutes les pièces des appareils. Cette matière jouit de la propriété de se mouler si exactement qu'on peut faire avec elle de véritables tours de force ; nous serons indiscrets en parlant d'un tableau commutateur multiple pour 12000 communications, que M. Berthon fait actuellement construire dans les ateliers de la Société et qui est étonnant par le peu de volume qu'il occupe, grâce précisément à l'emploi de l'ivorine. Nous n'entrerons pas dans de plus amples détails, sachant que notre collaborateur, M. Dieudonné, doit développer bientôt cette question dans ce journal.

Nous aurions fini avec l'Exposition si nous suivions uniquement le catalogue, mais nous ne voulons pas passer sous silence deux installations d'accumulateurs : l'une de M. Verdier, l'autre du système Dujardin qui, bien que non exposées, servent dans l'Exposition à des usages industriels.

Et maintenant nous avons terminé notre étude. Elle a été naturellement sèche comme le peut être une énumération peu détaillée. Nous demandons pardon à nos lecteurs de les avoir peut-être fait bâiller s'ils ont eu la bonté de nous lire. Et, pourtant, nous n'acceptons pas en entier la responsabilité du peu d'intérêt de notre travail ; il eût été plus facile et plus attrayant s'il nous eût été donné de rencontrer plus de choses nouvelles et intéressantes.

Nous ne croyons pas que l'Exposition ait eu un résultat heureux pour ceux qui ont exposé ; mais il n'en eût pas été de même si tout le monde s'était donné la peine de le faire. Le public industriel n'est pas venu parce qu'il savait ne pas rencontrer grand'chose ; les exposants ne sont pas venus ou ne reviendront plus, parce qu'ils savent que le public s'abstiendra. C'est un cercle vicieux : l'Exposition annuelle sera un succès le jour où, par le concours des bonnes volontés de tous, elle sera intéressante. Aussi, bien loin de vouloir conseiller l'abstention, nous pousserions le plus de monde possible à exposer, pour avoir chance d'attirer le plus grand nombre possible de visiteurs.

M. Leroy.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 novembre 1893

Sur un nouveau modèle de four électrique à réverbère et à électrodes mobiles, par Henri Moissan. — Dans une note du 12 décembre 1892, l'auteur a présenté à l'Académie un nouveau modèle de four électrique, permettant de chauffer dans un creuset de charbon plusieurs centaines de grammes de substance à la température de l'arc électrique.

M. Moissan rappelle que, dans le premier dispositif décrit, il se servait de deux briques de chaux vive, bien dressées, appliquées l'une sur l'autre. La brique inférieure portait deux rainures donnant passage aux cylindres de charbon servant d'électrodes. Au milieu, à quelques centimètres au-dessous de l'arc, se trouvait une petite cavité qui recevait le creuset en charbon. Les électrodes étaient rendues facilement mobiles au moyen de deux supports que l'on déplaçait ou mieux de deux glissières qui se mouvaient sur un madrier.

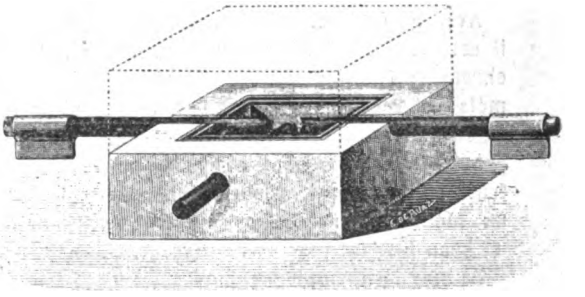
Ce qui différencie ce four électrique de ceux qui ont été employés jusqu'ici, et en particulier des fours de Siemens, de Cowles et d'Acheson, c'est que la matière à chauffer ne se trouve pas en contact avec l'arc électrique, c'est-à-dire avec la vapeur de carbone. Cet appareil est donc un véritable four électrique à réverbère avec électrodes mobiles[1].

On peut remplacer, comme l'ont indiqué Henri Sainte-Claire Deville et Debray, à propos de leurs grandes fusions de platine, la chaux vive par un bloc de pierre de Courson[2].

Ce carbonate de chaux possède deux avantages : d'abord, de présenter une plus grande solidité ; et ensuite, de se rencontrer facilement en fragments aussi volumineux qu'on peut le désirer.

M. Moissan indique une nouvelle forme de four, permettant d'atteindre la température de l'arc et de chauffer les corps à étudier dans une enceinte complètement séparée de l'arc électrique.

Cet appareil (voir figure ci-dessous) se compose d'un bloc de pierre de Courson[1] ayant la forme d'un parallélépipède au milieu duquel une cavité assez grande est ménagée. Deux rainures donnent passage aux électrodes, aussi mobiles, que dans le four à creuset précédemment décrit. Sur les parois de la cavité, qui présente aussi la forme d'un parallélépipède, se trouvent des plaques alternées de 0,01 m d'épaisseur, d'abord de magnésie et ensuite de charbon. Ces plaquettes, au nombre de quatre, sont disposées de telle sorte que la magnésie soit toujours au contact de la chaux vive et la plaquette de charbon à l'intérieur du four. L'oxyde de magnésium, étant irréductible par le charbon, ne pourra donc disparaître que par volatilisation, tandis que, à ces hautes températures, la chaux fondrait au



contact du charbon et produirait avec rapidité un carbure de calcium liquide. Le dessus de la cavité du four se ferme de même par un ensemble de deux plaques de magnésie et de charbon. Un bloc de pierre de Courson recouvre le tout. Enfin, un tube de charbon traverse le four et les plaquettes latérales perpendiculairement

[1] Ce dernier point a aussi son importance, car la mobilité des électrodes donne une très grande facilité pour établir l'arc, pour l'étendre, le raccourcir à volonté ; en un mot, elle simplifie beaucoup la conduite des expériences.

[2] *Procès-verbaux de la Commission internationale du Mètre.* Exposé de la situation des travaux au 1er octobre 1873, p. 9.

[1] Dans ce nouvel appareil, la pierre de Courson ne supportant plus l'action directe de la chaleur peut être remplacée par un calcaire quelconque à grain fin et bien desséché.

Digitized by Google

aux électrodes. Son diamètre peut varier de 0,01 m à 0,02 m et il est disposé de façon à se trouver à 0,01 m au-dessous de l'arc et à 0,01 m au-dessus du fond de la cavité. L'appareil disposé dans ces conditions peut être chauffé pendant plusieurs heures avec des courants qui ont varié de 300 ampères et 70 volts à 1 000 ampères et 60 volts. La partie du tube de charbon exposée à cette haute température se transforme entièrement en graphite. Mais si le tube est en carbone pur et s'il a été préparé avec soin et sous une forte pression, le graphite forme un véritable feutrage et le diamètre du tube ne change pas sensiblement.

Si l'on veut éviter l'action directe du carbone sur les corps mis en expérience, on peut donner au tube de carbone un revêtement intérieur de magnésie. L'expérience alors est limitée, il est vrai, par la vaporisation de cet oxyde; mais, avant d'en arriver à ce degré de chaleur, on comprend qu'il existe un grand nombre d'études intéressantes à réaliser.

L'appareil qui vient d'être décrit possède un tube de charbon horizontal. Si l'on incline ce tube de 30 degrés, le four se transforme aussitôt en un appareil de production de métaux réfractaires, appareil continu au milieu duquel on peut amener par glissement le mélange d'oxydes à réduire, tandis que le métal liquide s'écoule avec facilité sur ce plan incliné.

Dans ce four électrique continu, M. Moissan sépare complètement les phénomènes calorifiques de l'arc des phénomènes électrolytiques.

Avec un courant de 600 ampères et 60 volts, il est facile d'obtenir en une heure un culot de chrome métallique fondu, d'environ 2 kg. Le métal est reçu dans un creuset de sesquioxyde de chrome, où il reste liquide un temps suffisant pour s'affiner. Il fournit alors une masse parfaitement liquide, qui, après solidification, donne un métal blanc, très dur, à grain fin, prenant un beau brillant par le polissage.

La magnésie employée dans ces expériences a été préparée d'après les indications de M. Schlœsing [1]; il faut, en effet, débarrasser cet oxyde des petites impuretés qu'il pourrait contenir et qui abaissent considérablement son point de fusion. Pour cela, l'hydrocarbonate de magnésie est calciné pendant plusieurs heures au four Perrot. Réduite ensuite en poudre fine, la magnésie est mise à digérer avec une solution étendue de carbonate d'ammoniaque, puis lavée à grande eau et calcinée à la plus haute température que puisse fournir un bon fourneau à vent. Par addition d'eau, on forme avec cette magnésie une pâte épaisse qui, par compression dans des moules en bois, fournit des plaquettes que l'on abandonne à une dessication lente. Ces plaquettes sont enfin cuites au moufle [1].

Ainsi que M. Schlœsing l'a établi, cette magnésie ne présente plus de retrait à la température d'un fourneau à vent et ne subit aucune action de la part des agents atmosphériques. Il va de soi que, aux températures du four électrique, elle donnera un nouveau retrait. Mais, dans ces nouvelles conditions, tout en restant très légère, elle prend un aspect cristallin et sa solidité augmente.

L'auteur indique comme exemple des expériences qu'il est en train de poursuivre au moyen de ce nouvel appareil, les préparations du siliciure de carbone et du vanadium. Si l'on place du silicium dans une nacelle en charbon au milieu d'un tube chauffé avec un courant de 1 000 ampères et 60 volts, on obtient sur la paroi supérieure des aiguilles prismatiques de siliciure de carbone, qui atteignent plusieurs millimètres, et qui, dans ces conditions, sont produites par la combinaison de la vapeur de carbone avec la vapeur de silicium.

Dans les mêmes conditions de tension, le carbure de vanadium se prépare avec facilité. L'auteur rappelle que dans des expériences précédentes faites aux Arts et Métiers, cette réduction ne se produisait qu'avec une grande difficulté avec une machine de 45 chevaux fournissant 350 ampères et 70 volts.

M. Moissan présentera à l'Académie le résultat des recherches entreprises dans cette nouvelle voie.

Sur les moyens d'augmenter la sécurité des distributions à courants alternatifs de haute tension, par G. Claude. — On a déjà signalé à diverses reprises l'influence de la capacité des canalisations à courants alternatifs pour abaisser l'isolement apparent de ces canalisations. L'auteur se propose, dans cette note, d'insister plus particulièrement sur les conséquences qui résultent de ce fait, au point de vue du danger pour la vie humaine, et sur les

[1] Schlœsing, « Industrie de la magnésie » (*Comptes rendus*, t. CI, p. 131).

[1] Cette magnésie additionnée d'une petite quantité d'eau et très fortement comprimée, fournit une masse très dure rayant le marbre et la fluorine.

Digitized by Google

moyens que l'on peut employer pour diminuer ce danger dans une notable proportion.

D'une manière générale, la capacité des câbles, répartie uniformément sur toute leur longueur, peut, quant à son ensemble, être divisée en deux parties :

1° La capacité directe C_1 entre les deux câbles; qui se traduit, en marche, par une résistance d'isolement apparente $\frac{1}{\omega C_1}$ entre ces deux câbles.

2° La capacité C, C′ de chacun des câbles par rapport à la terre, qui se traduit par une résistance apparente par rapport à la terre $\frac{1}{\omega C}$ pour l'un, $\frac{1}{\omega C'}$ pour l'autre.

Les valeurs de ω, C_1, C et C′ sont d'ailleurs telles en pratique que les résistances apparentes correspondantes sont tout au plus de *quelques milliers d'ohms* et que l'on peut, par conséquent, faire abstraction devant elles des résistances d'isolement ohmiques ρ_1, ρ et ρ', trouvées pendant l'arrêt, qui sont toujours au moins de l'ordre de grandeur des dizaines de mégohms.

Or, si la résistance apparente $\frac{1}{\omega C_1}$ entre les deux câbles n'intervient pas, au point de vue spécial auquel on se place quelque faible d'ailleurs qu'en soit la valeur, il n'en est pas de même des résistances apparentes $\frac{1}{\omega C}$ et $\frac{1}{\omega C'}$ par rapport à la terre, et la faible valeur qu'elles présentent toujours peut conduire à des conséquences très graves pour la vie humaine: si l'on vient à toucher, étant à la terre, *un seul point* d'un réseau de haute tension, le circuit se ferme sur l'autre pôle à la faveur du faible isolement apparent, et la secousse qui en résulte peut compromettre la vie. Si, au contraire, on conçoit que, par un artifice quelconque, on parvienne à rendre beaucoup plus grand cet isolement apparent, le danger dans ces conditions sera supprimé, puisque le circuit ne pourra plus se fermer par la terre. Pour qu'il y ait danger, il faudra alors toucher *simultanément* les deux pôles de la canalisation, ce qui ne se produira que dans des circonstances évidemment beaucoup plus rares que le fait de toucher un seul pôle; la cause la plus fréquente d'accidents sera donc éliminée.

Ce résultat, d'après ce qui précède, est facile à atteindre : il suffit d'annuler la capacité des câbles par rapport à la terre ou d'en combattre les effets.

Pour arriver à ce but, trois moyens peuvent être employés :

1° L'expression de la résistance apparente étant de la forme $\frac{1}{\omega C}$, une canalisation donnée, quant à la capacité, sera d'autant mieux isolée que la fréquence employée sera plus basse ;

2° Pour une canalisation en projet, il conviendra par des dispositions appropriées de rendre minima la capacité par rapport à la terre. On arrivera, à cet égard, à des résultats très appréciables, en plaçant les câbles *au centre* de tuyaux de grand diamètre et surtout en employant de préférence des câbles *aériens;*

3° Enfin, et ce procédé a sur les précédents l'avantage de pouvoir s'appliquer à une distribution existante, on pourra combattre la capacité par les effets bien connus de self-inductions L, L′, placées en dérivation sur C et C′. En supposant négligeables la résistance de la terre et celle de l'âme des câbles, ce qui revient à considérer comme un condensateur unique C ou C′ la capacité répartie en réalité tout le long des câbles, on voit facilement que, par l'adjonction d'une self-induction convenable, on peut remplacer l'intensité de perte à la terre primitive :

$$I_1 = - E\omega C \cos \omega t,$$

dans laquelle E est la différence de potentiel maximum aux bornes de C_1, par une nouvelle perte à la terre :

$$I_2 = E\omega C \cos \varphi \sin (\omega t + \varphi_1)$$

dont l'amplitude $E\omega C \cos \varphi$ est toujours plus petite que l'amplitude primitive $E\omega C$. Pour rendre l'isolement apparent infini, il faudrait $\cos \varphi = 0$, d'où $\varphi = 90°$, c'est-à-dire une self-induction parfaite que l'on ne peut pratiquement réaliser.

En pratique, au moyen de bobines de réaction convenables, on peut arriver à $\cos \varphi = 0{,}04$, de sorte qu'il est possible de *rendre vingt cinq fois plus grand* l'isolement apparent.

D'ailleurs, la résistance de la terre et celle des câbles n'étant pas nulles, comme on l'a admis, il serait préférable, surtout dans le cas de câbles non armés, d'effectuer la neutralisation de la capacité par des self-inductions partielles réparties comme elle tout le long de chaque câble.

Pour une canalisation en projet, rien n'empêcherait de combiner deux des moyens précédents, c'est-à-dire de combattre par la self-induction une capacité déjà rendue aussi faible que possible par des précautions spéciales, et d'arriver ainsi à des conditions de sécurité tout à fait bonnes.

Il convient d'ajouter, enfin, que jusqu'ici on n'a tenu aucun compte de la période variable qui précède l'établissement du régime permanent

Digitized by Google

chaque fois que les conditions du système sont changées, en particulier chaque fois qu'on touche l'un des câbles étant à la terre.

Les conséquences de ce régime variable se réduisent au *maximum* à l'effet de la secousse de *très faible durée* correspondant à la décharge de la capacité de la ligne, chargée à la moitié du potentiel de la distribution, cette décharge étant d'ailleurs atténuée à chaque instant, dans une certaine mesure, par l'action en sens inverse provenant de la self-induction.

On peut se demander si cette secousse est encore suffisante pour être dangereuse. Les expériences effectuées couramment en électrostatique avec des capacités plus faibles, il est vrai, mais avec des différences de potentiel infiniment plus grandes, permettent de répondre par la négative.

L'utilisation des chutes du Niagara par G. Forbes

Le professeur anglais George Forbes a été chargé, il y a environ deux ans, par un groupe de financiers de New-York, de soumettre à la « Cataract Construction Company », qu'ils ont fondée, un projet pour l'utilisation d'une partie de l'énergie des chutes du Niagara, évaluée à 16 millions de chevaux-vapeur.

Nous croyons intéressant de mettre sous les yeux du lecteur les résultats de l'étude que vient de terminer cet éminent professeur, ainsi que les critiques qu'elle a soulevées parmi les membres de l' « Institution of Electrical Engineers » de Londres.

Le problème consiste à transporter et à distribuer dans la contrée qui s'étend depuis les cataractes jusqu'à Buffalo 100 000 chevaux-vapeur.

C'est certainement une entreprise gigantesque qui laissera bien loin derrière elle les timides essais faits tant en France qu'à l'Étranger pendant ces dernières années.

Bien entendu, M. George Forbes s'est arrêté à l'emploi de courants alternatifs ; l'idée d'employer les courants continus pour les transports de force à longue distance a, en effet, vécu.

De nombreuses expériences, que nous ne pourrons publier qu'ultérieurement, l'ont amené à déterminer la fréquence des périodes. Il considère comme étant le plus avantageux le nombre de 16,66 alternances par seconde.

Néanmoins, comme les alternateurs capables de remplir cette condition eussent été trop massifs, chacun d'eux devant être dans l'espèce actionné directement par une turbine de 5 000 chevaux, M. Forbes a du élever un peu la fréquence ; il s'est arrêté au chiffre de 25 alternances par seconde.

Comme on le voit, nous sommes loin des fréquences admises dans les machines actuellement connues, à savoir : 42 périodes pour les machines Ganz, 76 pour les machines Siemens et respectivement 100 et 133 pour les machines Brush et Westinghouse.

C'est donc cette basse fréquence admise par M. Forbes qui est le point caractéristique de son projet et qui a donné lieu à une discussion que nous relaterons ici et qui est loin d'être close, puisqu'elle n'a pas encore eu d'écho sur le continent, où elle est à peine connue.

M. Forbes justifie son choix de la manière suivante :

Avant tout il est nécessaire que toutes les génératrices soient identiques de manière qu'elles puissent être substituées l'une à l'autre et qu'elles puissent marcher en parallèle, lorsque le maximum de l'énergie dont elles sont capables simultanément sera demandé à l'installation.

Il ne peut être, en effet, question d'avoir des générateurs spéciaux respectivement pour les moteurs, l'éclairage électrique, la galvanoplastie, ce qui augmenterait considérablement les frais de premier établissement et d'exploitation de l'usine centrale.

Or il est démontré d'ores et déjà que le meilleur rendement dans la marche en parallèle est acquis aux alternateurs à basse fréquence.

En outre, il faut autant que possible envisager l'utilisation du courant direct pour l'alimentation des dynamos à courant continu convenablement appropriées pour servir de moteurs à la petite industrie disséminée dans la région traversée par les conducteurs principaux.

De semblables moteurs de petite taille donnent d'excellents résultats quand la fréquence du courant primaire n'est pas supérieure à 25 périodes.

Il est vrai que, pour les grands moteurs de ce type, la fréquence du courant générateur ne doit pas dépasser 8 périodes par seconde.

Mais il va sans dire que, dès que l'usine a une importance suffisante pour nécessiter l'emploi de moteurs puissants, l'usage des moteurs du genre Tesla se trouve tout indiqué.

Or précisément, dans ce genre de moteurs, le rendement croît avec l'abaissement de la fréquence du courant générateur.

Les avantages de la basse fréquence ne ré-

Digitized by Google

sident pas seulement dans le rendement des moteurs, mais encore et surtout dans l'établissement des conducteurs.

En effet, les courants alternatifs à très grande fréquence tendent à se confiner dans le milieu qui entoure les conducteurs, ce qui augmente la résistance de ceux-ci ; et le courant a grande tendance à se répandre dans l'air, ce qui rend difficile l'isolement du conducteur, tandis qu'avec les courants à basse fréquence ces inconvénients sont beaucoup moindres et l'isolement des conducteurs est beaucoup plus facile à réaliser.

M. Forbes après avoir invoqué les avantages du système qu'il préconise, répond par avance aux objections qu'il paraît devoir soulever, à savoir principalement : que les courants à basse fréquence ne peuvent être utilisés directement pour l'éclairage des villes et des usines.

En effet, une lampe de 16 bougies ne donne qu'une faible lueur au-dessous de 25 périodes et on ne peut obtenir de lumière qu'au-dessus de 28 périodes.

Avec une lampe à arc du type Siemens, consommant 14 ampères sous une différence de potentiel de 26 volts, on ne peut guère obtenir de lumière efficace que lorsque la fréquence du courant est supérieure à 50 périodes. Dans ces conditions, le système en question conduirait à l'emploi de transformateurs d'autant plus grands, par conséquent plus coûteux, que la fréquence est moindre.

M. Forbes fait remarquer qu'*a priori* le but de la « Cataract Construction Company » n'est pas de fournir le courant à tous indistinctement et, en particulier, pour l'éclairage des villes et locaux qui ne consomment de courant que pendant deux ou trois heures en moyenne par vingt-quatre heures, mais au contraire de choisir parmi les consommateurs ceux qui l'utiliseront pendant la plus grande partie du jour et de la nuit. Pour ceux-là, la dépense de transformateurs pour l'éclairage sera une question secondaire.

Pour les autres, qui s'adresseront uniquement à la Compagnie pour l'éclairage, le courant leur sera fourni à un prix plus élevé que ceux qui le consomment pour la force motrice.

D'ailleurs, il est utile de faire remarquer que, si le coût du transformateur augmente avec la diminution de la fréquence, l'augmentation de la dépense n'est qu'apparente.

En effet, le plus bas prix connu d'un grand transformateur alimenté par un courant à 42 périodes est de 16 fr environ par cheval. Si nous admettons, d'après les expériences mêmes de M. Forbes, qu'un courant de fréquence moitié moindre, c'est-à-dire à 21 périodes, coûte 50 0/0 en plus, l'augmentation du prix du transformateur, pour cet abaissement de fréquence, est de 8 fr environ; mais il ressort de ces mêmes expériences que le rendement du transformateur augmente, dans ces conditions, de 3 0/0. Or, si nous admettons que le prix de revient du courant primaire est de 50 fr par an [1] et par cheval, le gain dû à l'amélioration du rendement ressort à la somme de 1,50 fr par an et par cheval, bien supérieure à l'intérêt à 5 0/0 de l'augmentation de dépense de 8 fr qui résulte de l'augmentation des dimensions du transformateur, puisque cet intérêt n'est que 0,40 fr par an.

M. Forbes ajoute, en outre, qu'en fait, le principal client qui s'adresserait à la « Cataract Construction Company » exclusivement pour la lumière est la ville de Buffalo, qui assure actuellement cet éclairage au moyen de machines à vapeur de la force de 3 000 chevaux, qu'il s'agit simplement de remplacer par des moteurs électriques : alors la fréquence du courant primaire n'est plus en question dans ce cas particulier.

La justification de la basse fréquence adoptée par M. Forbes étant ainsi établie, nous donnons ci-dessous les grandes lignes du profil.

Les turbines génératrices, toutes de même dimension, auront chacune une puissance de 5 000 chevaux-vapeur et seront établies au fond d'une large fosse, et leurs arbres moteurs émergeront à la surface de l'usine où ils seront en connexion directe avec un alternateur de même puissance que la turbine.

Les induits seront fixes et placés au centre du générateur, tandis qu'au contraire les inducteurs, formés d'une étoile à huit bras en acier forgé munis de pôles radialement, tourneront autour de l'induit. L'extrémité des arbres des turbines est solidement soutenue par deux paliers armés chacun de quatre bras.

M. Forbes propose de faire circuler dans les conducteurs, un courant de 20 000 volts en employant un fil de retour ; l'expérience de Deptford, où on transporte l'énergie au moyen d'un courant de 10 000 volts, en mettant un pôle à la terre ayant donné des bons résultats, cette tension de 20 000 volts avec l'emploi d'un fil de retour, ne paraît donc pas exagérée à M. Forbes.

Il avait tout d'abord pensé, pour réduire la dimension des générateurs, à produire le cou-

[1] Voir *Electricien*, n° 148, du 28 octobre 1893, p. 283.

Digitized by Google

rant à une tension de 2 000 volts et à le relever ensuite sur place à 20 000 volts, par l'intermédiaire d'un transformateur ; mais, bien entendu, il a constaté immédiatement qu'il doublait le prix de l'installation de l'usine.

Il a donc pensé faire produire immédiatement aux génératrices un courant de 20 000 volts.

Mais des considérations de l'ordre économique l'ont immédiatement arrêté.

En effet, si en Europe on a le choix entre différents constructeurs pour fournir des machines fonctionnant convenablement à ce haut potentiel, il n'en est pas de même en Amérique où on n'a guère dépassé comme voltage le chiffre de 2 000 volts et où on ne peut guère espérer trouver des constructeurs garantissant leurs machines, lorsque le voltage exigé dépasse 5 000 volts.

Deux solutions étaient donc en présence : ou bien construire les dynamos de 20 000 volts à l'Étranger et les importer en Amérique, quitte à payer des droits d'entrée excessivement élevés ; ou bien se résigner à employer des dynamos de 2 000 volts construites en Amérique, quitte à augmenter les dimensions des conducteurs.

C'est ce dernier système qui a prévalu.

Conséquemment, le courant sera fourni par les génératrices à la tension de 2 000 volts ; il se composera de deux courants élémentaires de même période et dont les phases seront décalées de 90 degrés, chacun de ces deux courants pouvant être utilisé seul pour les tramways électriques, l'électro-métallurgie et pour les moteurs ordinaires, et les deux simultanément, pour alimenter les moteurs du genre Tesla.

La canalisation, qui sera très importante, étant donné le faible voltage, est déjà en cours d'établissement sur une longueur de 1 km entre les chutes et la « Pittsburg Reduction Company's Work », qui sera un des plus gros clients de la « Cataract Reduction Company » et trois turbines de 5 000 chevaux étudiées par MM. Faesch et Piccard, de Genève, et 3 alternateurs de M. George Forbes sont actuellement en chantier en Amérique.

A. MOUTIER.

INDEX

ACCUMULATEURS ET PILES

La question des accumulateurs, par Pedro Salono. — Historique de la question ; étude des réactions ; applications aux éclairages privés, aux usines centrales et à la traction électrique ; le tout spécialement au point de vue américain (*Journal of the Franklin Institute*, n° 815.) — E. M.

Diaphragme perfectionné pour éléments employés dans l'électrolyse. — Tissu d'asbeste contenant de la gélatine dans ses pores, traité d'une façon particulière. (*Electrotechniker*, du 13 novembre 1893.) — D.

Batterie d'accumulateurs, système Wladimiroff. — Ce système a été exposé dans le bâtiment d'électricité à Chicago. (*Elektrotechnische Anzeiger*, 19 novembre 1893.) — D.

APPAREILS DIVERS

Compteur de temps électrique pour les courses de chevaux. — Principe, description et mode d'emploi. (*Electrotechniker* du 15 novembre 1893.) — D.

Nouvelles douilles pour lampes à incandescence par le prof. Biscan. — (*Elektrotechnische Anzeiger*, 19 novembre 1893). — D.

APPLICATIONS DIVERSES

Procédés de forgeage électriques. — Description des dispositifs employés par M. Georges Burton, du Massachusetts, et montrés à l'Exposition de Chicago. (*Elektroechtniker*, 15 novembre 1893.) — D.

CANALISATIONS. — FILS. — CABLES

Du rôle de la capacité dans les circuits à courants alternatifs, par A. Hess. — Examen du dispositif de M. Claude pour remédier à diverses causes de pertes et pour combattre certains effets dangereux des canalisations à courants alternatifs. (*Lumière électrique*, 25 novembre 1893.) — A. M.

DIVERS

Les commandes par cordes, par J. Flatcher (*suite*). — Description de diverses installations types en Angleterre et aux Etats-Unis. (*Electrical World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

Le coût de la force motrice fournie par la vapeur et l'électricité. — Extrait d'un Rapport du consul des Etats-Unis à Chemnitz. (*Elect. World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

L'électricité à l'Exposition de Chicago. — Description des expositions de la maison Weston (appareils de mesure) et de la maison Moore, Williams et C° (ascenseurs électriques). (*Elect. World*, 11 novembre 1893). — E. M.

Notes sur les progrès récents en électricité à l'Étranger, par C. Hering. — Conférence faite au *Franklin Institute*. (*Elect. World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

Digitized by Google

DYNAMOS. — MOTEURS. — TRANSFORMATEURS

L'électricité comme force motrice, par A.-T. Snell (*suite*). — Détermination préalable des constantes des machines à courant alternatif. (*Electrician*, 17 novembre 1893.) — E. M.

Notes de laboratoire, par J. Patten (*suite*). — Description et mode d'emploi des dynamos-transformateurs universels de l'auteur. (*Elect. World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

Innovations apportées aux machines à lumière. — Nouveau modèle d'une machine Brush, destinée à alimenter 60 lampes à arc en série. (*Elektrotechnische Anzeiger* 19 novembre 1893.) — D.

Nouvelle machine à courants alternatifs de la maison Alioth et Cie. — Inducteurs mobiles et armature fixe. (*Elektrochnischer Anzeiger*, 23 novembre 1893.) — D.

Dynamo à courant continu Hutin et Leblanc, par F. Guilbert. — Description de cette nouvelle dynamo qui présente tous les caractères de simplicité des alternateurs. (*Lumière électrique*, 25 novembre 1893) — A. M.

ÉCLAIRAGE ET STATIONS CENTRALES

L'éclairage électrique de Gablonz. — (*Electrician*, 17 novembre 1893.) — E. M.

Station centrale modèle sur les côtes du Pacifique. — Description de l'usine de San-Francisco. (*Elec. World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

Les stations centrales d'énergie électrique en France, par C. Tainturier. — Résumé statistique des installations actuellement en exploitation. (*Génie civil*, 25 novembre 1893.) — A. M.

Résultats d'exploitation de la station centrale électrique de la ville de Cologne depuis le 1er avril 1892 jusqu'au 31 mars 1893. — (*Elektrotechnische Echo* du 18 novembre 1893.) — D.

Éclairage électrique des trains en Suisse. — Rapport de la direction des chemins de fer du Jura-Simplon sur la situation actuelle de l'éclairage des trains et les expériences auxquelles il a donné lieu. Frais d'établissement et d'exploitation. (*Elektrotechnische Anzeiger*, 23 novembre 1893.) — D.

Installation d'éclairage de l'établissement de santé de Bagaz. — Usine pour alimenter 2 000 lampes et deux électromoteurs de 5-7 chevaux pour ascenseurs. Distribution par courant continu, 110 volts aux bornes des lampes.

Force motrice hydraulique : 2 turbines de 200 chevaux chacune et 1 de 100 chevaux système Girard. Réglage à la main et automatique. Attaque d'un arbre intermédiaire muni de deux volants par roue d'angle, renvoi de mouvement par courroies aux cinq dynamos. Arbre de transmission divisé en trois portions par embrayage, Débrayage facultatif des roues d'angle pour actionner chaque dynamo par une quelconque des turbines.

Dynamos tétrapolaires, shuntées, donnant 110 à 120 volts et 690 ampères, fonctionnant isolément ou en quantité. Canalisation souterraine en câbles sous plomb armés, couchés sur un lit de sable au fond d'une tranchée. Eclairage des rues par lampes à arc. (*Schweizerische Bauzeitung* du 10 novembre 1893.) — D.

Système de conducteur et appareils de stations centrales à l'Exposition de Chicago, par le Dr Martin Kallmann (*suite*). — Revue de divers dispositifs de parafoudres pour les courants puissants. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 novembre 1893.) — D.

ELECTRICITÉ GÉNÉRALE. — RECHERCHES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES

Sur la lumière et les autres phénomènes vibratoires de haute fréquence, par M. Tesla (*suite*). — Idées spéciales de l'auteur sur la lumière ; compte rendu de ses dernières expériences sur les décharges oscillatoires. (*J. of the Franklin Institute*, n° 815.) — E. M.

Théories électromagnétiques, par O. Heaviside. — 59e article. (*Electrician*, 17 novembre 1893.) — E. M.

Sur l'équation du courant pour circuits quelconques avec une force électromotrice variant suivant une onde rectangulaire, par Kennelly. — Étude du courant produit par une force électromotrice constante, avec adjonction d'un commutateur parfait, dans un circuit ayant de la résistance, de la self-induction et de la capacité ; graphiques et tableaux numériques facilitant les calculs. (*Elect. World*, 11 novembre 1893) — E. M.

Mesures relatives au phénomène de Kerr dans l'aimantation parallèle à la surface réfléchissante, par R. Sissingh. — Dans cet important travail, l'auteur rappelle que Kerr découvrit l'influence que le magnétisme exerce sur les propriétés de la lumière réfléchie par les surfaces polaire et latérale d'un aimant. Il indique ensuite la méthode d'observation qu'il a employée, décrit l'appareil dont il s'est servi pour effectuer les mesures, examine la méthode d'observation et résume ensuite les différentes observations et les résultats auxquels elles conduisent ; il compare, en outre, les résultats obtenus avec ceux d'autres observateurs et avec la théorie. (*Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, tome XXVII, 3e *livraison*). — A. M.

Mesures relatives au phénomène de Kerr dans la réflexion polaire sur le fer, le cobalt et le nickel se rapportant en particulier à la différence de phase magnéto-optique de Sissingh, par P. Zeeman. — L'auteur décrit la disposition générale de l'appareil et la méthode d'observation qu'il a employées. Il étudie ensuite la réflexion polaire sur le fer, sur le cobalt et sur le nickel et donne le résultat très complet de ses recherches. (*Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, tome XXVII, 3e *livraison.*) — A. M.

Note sur la théorie élémentaire des appareils à champ tournant, par A. Blondel. — Notes d'ensemble sur la question et présentant la théorie élémentaire des appareils à champ

Digitized by Google

tournant sous une forme nouvelle. Dans ce premier article, l'auteur définit et indique les propriétés générales d'un système de courants alternatifs polyphasés, puis étudie les champs tournants produits par un système de courants polyphasés. (*Lumière électrique*, 25 novembre 1893.) — A. M.

Sur les décharges électriques : production d'oscillations électriques et effets de celles-ci dans les tubes à vide, par H. Ebert et E. Wiedemann (*suite et fin*). — *Lumière électrique*, 25 novembre 1893.) — A. M.

Électrochimie et Électrométallurgie

Séparation électrolytique des métaux du deuxième groupe, par Samuel-C. Schmucker (*suite et fin*). — Dans ce second article, l'auteur indique le procédé de séparation du bismuth d'avec l'arsenic, du bismuth d'avec l'antimoine, du bismuth d'avec l'étain, du bismuth d'avec l'arsenic, l'antimoine et l'étain, et enfin du mercure d'avec l'étain, l'arsenic et l'antimoine seuls ou réunis. (*Chemical News*, 24 novembre 1893.) — A. M.

L'électrochimie, par Franz Bendt. — Montre, par quelques exemples frappants, l'importance de cette branche des sciences. (*Electrotechniker*, 15 novembre 1893.) — D.

Préparation d'incrustation métallique par voie galvanique. — Le procédé consiste à corroder l'objet en métal et de remplir, d'un autre métal, les cavités ainsi obtenues. Composition du bain caustique. (*Electrotechniker*, 15 novembre 1893.) — D.

Lampes

Sur quelques points particuliers des lampes à arc alimentées par un courant alternatif, par Th. Spencer. — Dynamo Stanley à courant alternatif constant; répartition de la lumière dans l'arc; faible tendance des courants alternatifs à maintenir l'arc; lampes à bas voltage et courant intense; lampe Hélios; influence de la nature du circuit et de la fréquence sur le ronflement de l'arc; arcs courts. (*J. of the Franklin Institute*, n° 815.) — E. M.

Le noircissement des lampes à incandescence, par W.-Stuart Smith. — Explication basée sur la vaporisation du carbone. (*Elect. World*, 11 novembre 1893.) — E. M.

Les lampes à arc, par G. Richard. — Description des lampes Howard, Weber, Bergmann, Kirkegaard, Scribner, Schleyder, Barrett, ainsi que de l'outillage employé par la maison Schuckert pour le tracé des paraboloïdes dans la fabrication des projecteurs et des réflecteurs. (*Lumière électrique*, 25 novembre 1893.) — A. M.

Traction électrique

Tramway électrique de Dresde. — Description de l'installation. (*Elektrotechniker*, 15 novembre 1893.) — D.

Interrupteurs automatiques pour tramways électriques. — (*Elektrotechnischer Anzeiger*, 19 novembre 1893.) — D.

Sur l'influence des tramways électriques sur le galvanomètre, par les Dr A. Hastwich et P. Cohn. — La traction électrique par conducteur aérien avec emploi des rails comme fil de retour avait été décidée, à Kœnigsberg, par une ligne passant dans le voisinage de l'université Albert. Le recteur protesta parce que les galvanomètres de l'Institut physiologique, situé dans le voisinage de la ligne, en subissaient l'influence et que cette circonstance rendaient impossibles des travaux importants.

Dans le but d'élucider cette question, les auteurs se livrèrent à des calculs, instituèrent une série d'essais et d'observations qui font l'objet d'un Rapport énoncé sous le titre susmentionné. Il ressort, en général, de ces recherches la nécessité de rendre aussi petite que possible la résistance des rails et aussi celle d'établir une liaison électrique parfaite entre les rails. Il faut, au contraire, éviter toute connexion inutile des rails avec la terre et abandonner la méthode des plaques de terre reliées aux rails. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 24 novembre 1893.) — D.

Transmission électrique de l'énergie

L'installation de transmission électrique de la force aux chutes du Niagara, par G. Forbes. — Conférence faite à l'*Institution of Electrical Engineers* de Londres, le 9 novembre. Exposé complet de la question et de la solution adoptée. Voir l'analyse de cette communication page 404 du présent numéro. (*Electrician*, 17 novembre 1893.) — E. M.

BIBLIOGRAPHIE

Die Elektricität [L'électricité], par MM. Th. Schwartze, E. Japing et Wilkie. 4me édition refondue par Alfred Ritter et Mabanatzky. *Vienne, Perth, et Leipsig chez Hartleben*, 1893.

Ce petit ouvrage est un compendium des lois fondamentales de l'électricité et de ses applications à la transmission de l'énergie, à l'éclairage, à la galvanoplastie, à la télégraphie et à la téléphonie.

Les notions à enseigner y sont présentées sous une forme à la fois claire et concise.

E. D.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

230448 **Crane.** — Procédé pour recouvrir de cuivre les coques de navires (30 mai 1893).
230478 **Murray.** — Perfectionnements dans les télégraphes imprimeurs (30 mai 1893).
230481 **Saire.** — Embrayage magnétique (1er juin 1893).
230523 **Pieper fils.** — Transmission des courants électriques aux tramways (1er juin 1893).
230557 **Cook.** — Isolation des conducteurs électriques (3 juin 1893).
230602 **Pinoto.** — Lampe à arc (5 juin 1893).
230620 **Damaskinos.** — Télégraphe typographique (6 juin 1893).
230629 **Denison.** — Télégraphe (6 juin 1893).
230630 **Peterson.** — Interrupteur de circuit (6 juin 1893).
230635 **Prichard.** — Méthode pour chauffer les liquides par l'électricité (6 juin 1893).
230639 **Despeissis.** — Fabrication de la potasse par l'électrolyse (6 juin 1893).
230640 **Craney.** — Perfectionnement aux appareils électrolytiques (6 juin 1893).
230641 **Craney.** — Perfectionnements aux appareils électrolytiques (6 juin 1893).
230642 **Craney.** — Perfectionnement à l'électrolyse des sels (6 juin 1893).
230643 **Craney.** — Perfectionnement aux cellules électrolytiques (6 juin 1893).
230650 **Armand.** — Moteur électrique (6 juin 1893).
230661 **Colby.** — Perfectionnements dans les lampes à incandescence (6 juin 1893).
230663 **Riby et Jonte.** — Poteaux télégraphiques (6 juin 1893).
230682 **Bay.** — Télégraphe imprimant (12 juin 1893).
230703 **Bisson.** — Applications du celluloïd à la construction des câbles électriques (12 juin 1893).
230704 **Desombre.** — Boussole (12 juin 1893).
230729 **Vernhet.** — Lampe à arc (9 juin 1893).
230741 **Gosselin.** — Fabrication électrochimique du phosphore (10 juin 1893).
230754 **La Burthe.** — Transmission électrique des ordres (10 juin 1893).
230757 **Carrier.** — Mouvement d'horlogerie électrique (10 juin 1893).
230769 **Mailhabuau et Fritsch** — Régulateur à arc (12 juin 1893).
230776 **Monges et Bazenet.** — Moteur électrique (12 juin 1893).
230784 **Sauer et Hentzschel.** — Appareil d'alarme électrique (12 juin 1893).
230802 **Mac Elroy.** — Chauffage électrique (13 juin 1893).
230803 **Mac Elroy.** — Commutateur électrique (13 juin 1893).
230851 **Allen.** — Galet de contact pour chemins de fer électriques (14 juin 1893).
230868 **Hutchinson.** — Préparation de la gutta-percha (15 juin 1893).
230869 **Houry et Cie.** — Perfectionnement aux câbles téléphoniques (15 juin 1893).
230889 **Dujardin.** — Accumulateurs électriques (16 juin 1893).
230903 **Aubine.** — Récepteur Morse-Aubine (16 juin 1893).
230904 **Société pour le travail électrique des métaux.** — Pile primaire (16 juin 1893).
230911 **Sénéchal.** — Allumoir électrique (16 juin 1893).
230922 **Chatiliez, Neveux et Maillard.** — Accumulateurs électriques (22 juin 1893).
230926 **Vogt.** — Élément galvanique (17 juin 1893).
230935 **Duncan.** — Compteur d'électricité (17 juin 1893).
230938 **Serrin.** — Allumeur électrique (17 juin 1893).
230965 **Fletcher.** — Anti-induction téléphonique (20 juin 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Cours publics de la Faculté des sciences de Paris. — Les cours ont été ouverts, à la Sorbonne, le 13 novembre 1893.

Nous signalerons les suivants à nos lecteurs :

Mécanique rationnelle, professé par M. Appell, les mercredis et vendredis, à huit heures et demie du matin ;

Mécanique physique et expérimentale, professé par M. Boussinesq, les mardis et samedis, à huit heures trois quarts ;

Physique, professé par M. Bouty, les mardis et samedis, à une heure et demie ;

Chimie, professé par M. Troost, les lundis et jeudis, à une heure ;

Chimie, professé par M. Dilte, les mercredis et vendredis, à deux heures ;

Digitized by Google

Physique générale, professé par M. Pellat, les jeudis, à quatre heures ;

Chimie analytique, professé par M. Riban, les lundis, à trois heures. — M.

La téléphonie en Suisse. — La Suisse est de tous les pays d'Europe celui qui a, toutes proportions gardées, le plus grand nombre d'abonnés au téléphone.

Il est vrai que le prix de l'abonnement annuel, réduit à 80 francs par an depuis le 1er janvier 1890, a contribué pour beaucoup à l'extension de ce service.

Au 1er juillet dernier, 154 communes étaient reliées au réseau téléphonique et comptaient 17 000 abonnés. — M.

L'injection des bois par l'électricité. — L'emploi de l'électricité pour l'injection des bois est, paraît-il, très avantageux.

L'atelier d'imprégnation comprend, d'après le *Moniteur industriel*, deux chaudières contenant le liquide à injecter, une pompe de circulation et son moteur, le générateur de vapeur et la dynamo. On fait arriver la dissolution saline, chauffée par un courant de vapeur, et, en même temps, on fait passer dans la chaudière un courant électrique produit par une dynamo reliée à des électrodes portées par le fond des chaudières. Sous l'action combinée du courant et de la solution chaude, les bois s'imprègnent en une heure, tandis que, sans le courant électrique, on serait obligé de laisser les bois dans la dissolution, suivant les essences, de 10 à 40 heures. — M.

L'Exposition de 1900. — La Commission préparatoire de l'Exposition s'est réunie en assemblée plénière, le 13 novembre 1893, sous la présidence du ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.

Après lecture du Rapport présenté par M. Picard, commissaire général, les conclusions de ce Rapport ont été sanctionnées par un vote unanime de la Commission.

Ces conclusions sont les suivantes :

La Commission est d'avis :

1° D'affecter à l'Exposition universelle de 1900 le Champ de Mars, le Trocadéro et ses abords, le quai d'Orsay, l'esplanade des Invalides, le quai de la Conférence, le Cours-la-Reine, le palais de l'Industrie et les terrains avoisinant ce palais entre son axe longitudinal prolongé, l'avenue d'Antin et le Cours-la-Reine ;

2° D'établir les jonctions nécessaires entre les deux rives de la Seine, et notamment de construire un large pont en face de l'Hôtel des Invalides.

Elle exprime le vœu que des concours et des fêtes aient lieu dans la région de Vincennes.

La Commission émet le vœu très pressant que les pouvoirs publics prennent les mesures nécessaires pour assurer les communications rapides et économiques entre l'emplacement de l'Exposition et les divers quartiers de la capitale, notamment par la création des voies ferrées se rattachant aux grandes gares de Paris. — M.

Visite du roi des Belges à l'Institut électrotechnique de Liège. — La visite à l'Institut électrotechnique Montefiore — hommage rendu à l'intelligente initiative du créateur de ce magnifique établissement — semble être le vrai motif du voyage du Roi à Liège.

Il y a dix ans à peu près que M. le sénateur Montefiore Levi a doté l'Université de cet Institut, alors unique. De tous les coins du globe, des élèves y sont venus s'initier à la science nouvelle et M. Montefiore peut s'enorgueillir des résultats obtenus.

C'est M. Montefiore lui-même, qui, entouré de MM. Galopin, recteur de l'Université, Bormans, administrateur, Eric Gérard, directeur, de Bast et Weydlich, assistants, reçoit Sa Majesté au péristyle sobrement décoré de l'Institut.

Les présentations d'usage se font rapidement ; puis le Roi est introduit dans la salle des collections où les délégués de toutes les sociétés universitaires portant les drapeaux sont groupés autour du buste du Roi. M. le recteur Galopin a présenté à Sa Majesté tous les étudiants par une chaleureuse allocution à laquelle le Roi, visiblement fort émotionné, a répondu. Ses paroles ont été accueillies par de longs hourras.

Pendant que le cortège se dirige vers l'auditoire, M. Eric Gérard expose au Roi les origines de l'Institut, la difficulté des débuts, les travaux d'adaptation du nouveau local, rappelle le nombre d'élèves obtenu depuis l'origine (près de 400). Soixante-quinze, dont les deux tiers sont étrangers, suivent actuellement les cours ; et parmi ces derniers on compte huit officiers envoyés par leurs gouvernements.

M. Gérard fait modestement toute la part qu'il a prise à l'instauration de cet enseignement dont tous les détails lui incombent en entier.

Le Roi et sa suite étant arrivés à l'auditoire, M. Eric Gérard exécute quelques expériences intéressantes qu'il accompagne d'explications techniques. C'est d'abord la démonstration des moteurs électriques et de leurs emplois, la fabrication des lampes à incandescence, la projection d'une lampe à arc, la soudure des métaux basée sur l'arc voltaïque, l'incandescence d'un métal plongé dans un liquide où passe un courant électrique ; puis, l'obscurité ayant été faite, M. Gérard passe à d'autres expériences curieuses, notamment les expériences de Tesla (illumination de tubes en verre placés sous une plaque métallique électrisée), démonstration de la propagation de l'électricité sous forme d'ondes analogues à celles de la lumière. Sa Majesté suit toutes ces expériences avec une attention soutenue et un

Digitized by Google

intérêt marqué, qu'il témoigne ensuite très vivement au conférencier.

On passe ensuite dans le musée où sont présentés au Roi le président et le secrétaire général de l'Association des ingénieurs électriciens sortis de l'Institut Montefiore.

Le Roi examine les différents projets et travaux d'élèves qui y sont exposés, ainsi que les collections d'appareils spécialement destinés aux démonstrations du cours. M. le directeur donne à son visiteur royal quelques explications sur les compteurs et les canalisations électriques dans les villes, puis le cortège se rend aux ateliers où tous les élèves travaillent à leurs étaux.

La visite se continue par l'examen détaillé d'un laboratoire où sont précisément occupés les officiers étrangers que l'on présente au Roi, et l'inspection de la salle des machines. Puis le Roi étrenne le Livre d'or, sur lequel il est invité à apposer sa signature.

Après la visite, qui a duré deux grosses heures le Roi s'entretient très longuement dans la salle des machines avec MM. Montefiore et Gérard. Il leur témoigne tout le plaisir que lui a causé sa visite. « La Belgique peut se montrer fière, dit-il, de compter des citoyens comme M. Montefiore, sachant sacrifier leur fortune personnelle au bien public. » M. Gérard est aussi vivement félicité pour l'intelligence dont il a fait preuve en créant le premier en Belgique cet enseignement qui doit produire de si nombreux résultats.

Le cortège royal s'est ensuite dirigé vers la fabrique nationale d'armes dont nous avons décrit les installations électriques, située à l'autre extrémité de la ville. — D.

L'inauguration de l'éclairage électrique de la Sorbonne. — Nous avons antérieurement montré quelle importance atteindront les installations électriques de la Sorbonne reconstruite, lorsque seront terminés tous les aménagements intérieurs des locaux. En attendant l'achèvement complet des travaux, les cours de la Faculté des sciences se sont ouverts la semaine passée.

L'amphithéâtre de physique a été, pour la première fois, livré à M. de Bonnier, professeur des cours de botanique, qui a fait sa leçon sous les feux de la lumière électrique.

Cette salle, de dimensions notables — environ 15 m de longueur sur 9 de largeur — est éclairée par 100 lampes à incandescence de 10 bougies, disposées au nombre de quatre dans des hémisphères lumineuses en applique au plafond. Leur lumière se diffuse fort agréablement dans le cube de la salle.

Indépendamment de ces foyers, une herse composée d'une dizaine de lampes de 16 bougies est placée en regard du tableau de façon à l'éclairer fortement. L'impression ressentie de l'ensemble de cet éclairage est extrêmement favorable.

Les commutateurs commandant les circuits fractionnés sont placés au pied de la table du professeur, vers sa droite. La manœuvre en est tout à fait silencieuse et commode.

Les couloirs et vestibules d'accès sont dès à présent éclairés par des lampes à incandescence qui sont là en installation volante, vu l'état peu avancé des travaux intérieurs d'architecture. Ils se poursuivent, avec activité, sous l'impulsion de M. Nénot, l'architecte, et le champ d'exploitation de l'électricité s'y étend au fur et à mesure de leur avancement.

L'établissement de la Sorbonne est compris dans le domaine dévolu au secteur de la rive gauche. Il est alimenté par l'usine située place du Panthéon, qui a ainsi inauguré son service public de distribution d'énergie. Son réseau de canalisation se développe de plus en plus, les abonnés surgissent, bientôt tous les immeubles compris entre la rue Soufflot, les boulevards Saint-Michel, Saint-Germain et la rue des Écoles seront pourvus de lumière électrique. — D.

Appareil Howard pour la soudure électrique. — Dans cet appareil qui convient pour la soudure au moyen de l'arc voltaïque, l'objet en œuvre constitue l'un des pôles, et un crayon l'autre. On a remarqué, dit la *Revue industrielle*, que, lorsque le crayon est manié à la main, il chauffe l'objet irrégulièrement, car il est impossible à l'ouvrier de maintenir sa pointe toujours à la même distance de l'objet et d'être absolument sûr que l'arc en ait attaqué chaque point de la surface. Actionné mécaniquement, le crayon n'a jusqu'ici voyagé qu'en arrière et en avant, ne formant qu'un étroit sillon de la surface métallique, sans répandre la chaleur nécessaire à une bonne soudure.

L'idée essentielle du nouveau mécanisme consiste à faire mouvoir mécaniquement le crayon en charbon, dans un sens à la fois longitudinal et transversal par rapport à l'objet en œuvre et au moyen d'un électromoteur qui actionne à la fois ce charbon et le support mobile sur lequel il est monté.

Le chariot principal de l'appareil est pourvu de roues courant sur des rails et mû dans les deux sens au moyen d'un volant et de pignons d'angle. Monté sur ce chariot est un second chariot également animé d'un mouvement de va-et-vient. Ses roues se déplacent entre des guides disposés sur le chariot principal et il porte un charbon. Un marteau pneumatique actionné par la courroie, passant sur la poulie d'un électromoteur, est porté, ainsi que ce marteau, par le chariot principal.

L'objet en œuvre est supporté par un mandrin fixé à un support indépendant.

Digitized by Google

Dans la rainure supérieure de ce mandrin se trouvent le contact et le bloc de matière réfractaire reliés ensemble. Ils sont également solidaires de la tige passant au travers du mandrin et fixée au chariot inférieur. Lorsque ce dernier fonctionne de manière à faire agir successivement le charbon et le marteau sur diverses parties de la soudure de la pièce en travail, par exemple d'un tube, le contact et le bloc se déplacent avec lui et restent toujours sous le marteau et sous le charbon respectivement.

Ce tube est maintenu dans le mandrin par des mordaches articulées et s'abaissant sous l'effet d'un lien à vis.

Sur le chariot secondaire se trouve un électromoteur du type ordinaire, qui actionne l'axe à un bout duquel est fixé excentriquement le porte-charbon. A la droite de l'axe, un double harnais d'engrenages reporte le mouvement à un plateau à manivelle dont le bouton peut être fixé dans sa rainure à une distance radiale quelconque.

Ce bouton coulisse librement dans la rainure d'un bras articulé sur le chariot supérieur et portant une bille tourillonnée au support fixé au chariot inférieur. Il résulte de ces dispositions que, si le disque tourne, le chariot supérieur se déplace en avant et en arrière sur le chariot inférieur, mais avec plus d'accélération dans un sens que dans l'autre, tandis qu'en même temps le charbon tourne autour de l'axe.

Dans ces conditions, tant que le chariot inférieur reste stationnaire, le charbon tourne au-dessus de l'objet à souder qui est fixe. On chauffe donc une portion égale en longueur à deux fois l'excentricité du porte-charbon qui coulisse librement dans son pignon, tout en le laissant tourner.

Ce porte-charbon est soutenu par un levier articulé à contrepoids muni d'une vis réglant la hauteur du charbon et pourvu d'un manche au moyen duquel l'ouvrier peut abaisser ce levier de façon à former l'arc en approchant le charbon de l'ouvrage.

Il convient d'examiner maintenant les connexions électriques de cette machine. Au bout du bras fixé au chariot supérieur, se trouve une douille dont la tête en V supporte une tige et à biseaux qui peut ainsi osciller sur cette douille toujours sollicitée à reprendre sa position normale.

A sa partie inférieure, la tige est articulée avec un levier à contrepoids dont l'extrémité est pourvue d'une brosse pressant contre le mandrin.

Le circuit, pour former l'arc, s'obtient comme suit : le fil venant du pôle positif est attaché à une borne montée sur le bras que le courant traverse en passant par la tige et sa brosse pour aller au mandrin.

Comme cette brosse est fixée au chariot supérieur, la connexion électrique entre le mandrin et l'objet en œuvre a toujours lieu approximativement dans la ligne du charbon.

Le fil venant du pôle négatif est attaché à la borne, reliée par un conducteur au commutateur et par le bâti de la machine à l'axe et au charbon.

Les fils du circuit de commande du marteau aboutissent à des bornes montées sur le commutateur et le courant passe de là à l'électromoteur.

Quant aux fils du circuit de commande du charbon et du chariot supérieur, ils sont fixés aux bornes du commutateur, d'où le courant est envoyé à l'autre électromoteur.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 155 16 Décembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

L'HOTEL CENTRAL DES TÉLÉPHONES A PARIS

(suite et fin)

Une erreur regrettable de la part du dessinateur, constatée au moment du tirage, n'a pas permis à l'imprimeur d'introduire la figure 10 ci-dessous dans la première partie de notre article.

Elle représente la section transversale du bâtiment dans toute sa hauteur.

Cette déplorable omission entraîne quelque obscurité dans certains passages du texte primitif que l'on a été contraint de tronquer.

Nous la réparons aujourd'hui, dans les limites du possible, et nous prions le lecteur de vouloir bien se reporter au texte d'où ont disparu les indications nécessaires que nous rétablissons comme suit :

Page 393, après la phrase : « *devant lesquels sont assises les téléphonistes* », terminant le chapitre, il faut ajouter : Dans la section transversale (fig. 10) du bâtiment, les mêmes dimensions figuratives ont été données à tous ces meubles. Devant satisfaire à des exigences différentes, ils n'affectent pas tous la même forme, ainsi qu'on le verra dans la seconde partie de l'article.

Page 393, dernière ligne, au lieu de : fig. 3, lire : fig. 10.

Page 396, pour comprendre la description relative à l'arrivée des câbles dans le sous-sol, il est nécessaire de se reporter à la figure 10.

Même page : La partie droite du dessin doit être tournée vers le bas, attendu que les câbles reposent sur le fond de la gaine assise sur le sol.

Page 898, dix-septième ligne, après le mot : « compartiments », ajouter : consulter la figure 10.

Dans la première partie de notre travail [1] nous avons montré le dispositif d'introduction des câbles dans le sous-sol de l'immeuble, leur distribution et leur arrivée dans les salles des appareils. Il nous reste à exposer comment ils se répartissent entre les différents meubles, à dégager aussi simplement que possible la notion claire de ce que l'on entend en téléphonie par un appareil *multiple*, son fonctionnement, et à indiquer quel rôle prépondérant il joue dans les grands bureaux centraux.

Cette tâche n'est pas facile à accomplir dans les limites restreintes qui nous sont imposées. Pour les personnes peu familiarisées avec les appareils de communications téléphoniques, l'ensemble d'une installation présente des complications qui en font un véritable casse-tête chinois. Il est certain que la téléphonie est devenue une branche d'industrie tout à fait spéciale, dans le développement de laquelle surgissent des exigences de service impérieuses, des problèmes qui réclament des solutions simples et pratiques. Néanmoins, les solutions les plus complètes intervenues jusqu'à présent se révèlent sous un aspect plutôt complexe que compliqué.

Nous n'avons pas l'intention, du moins pour le moment, de fouiller jusqu'aux ultimes détails des arcanes, qui ne sont pourtant pas mystérieuses, d'un bureau central téléphonique : le temps pour cela nous fait défaut ; un autre élément très important nous manque également ; une description détaillée ne se comprendrait qu'associée à un grand nombre de diagrammes interprétatifs qui, malheureusement, n'ont pas été mis à notre disposition. Aussi bien notre but sera-t-il plus modeste.

L'extension de plus en plus large des communications téléphoniques a donné naissance à des besoins nouveaux qu'il est d'une bonne et saine pratique industrielle de satisfaire amplement. Ces besoins se caractérisent surtout par la rapidité et la sécurité

[1] Voir le numéro du 9 décembre de l'*Electricien*, p. 389.

Digitized by Google

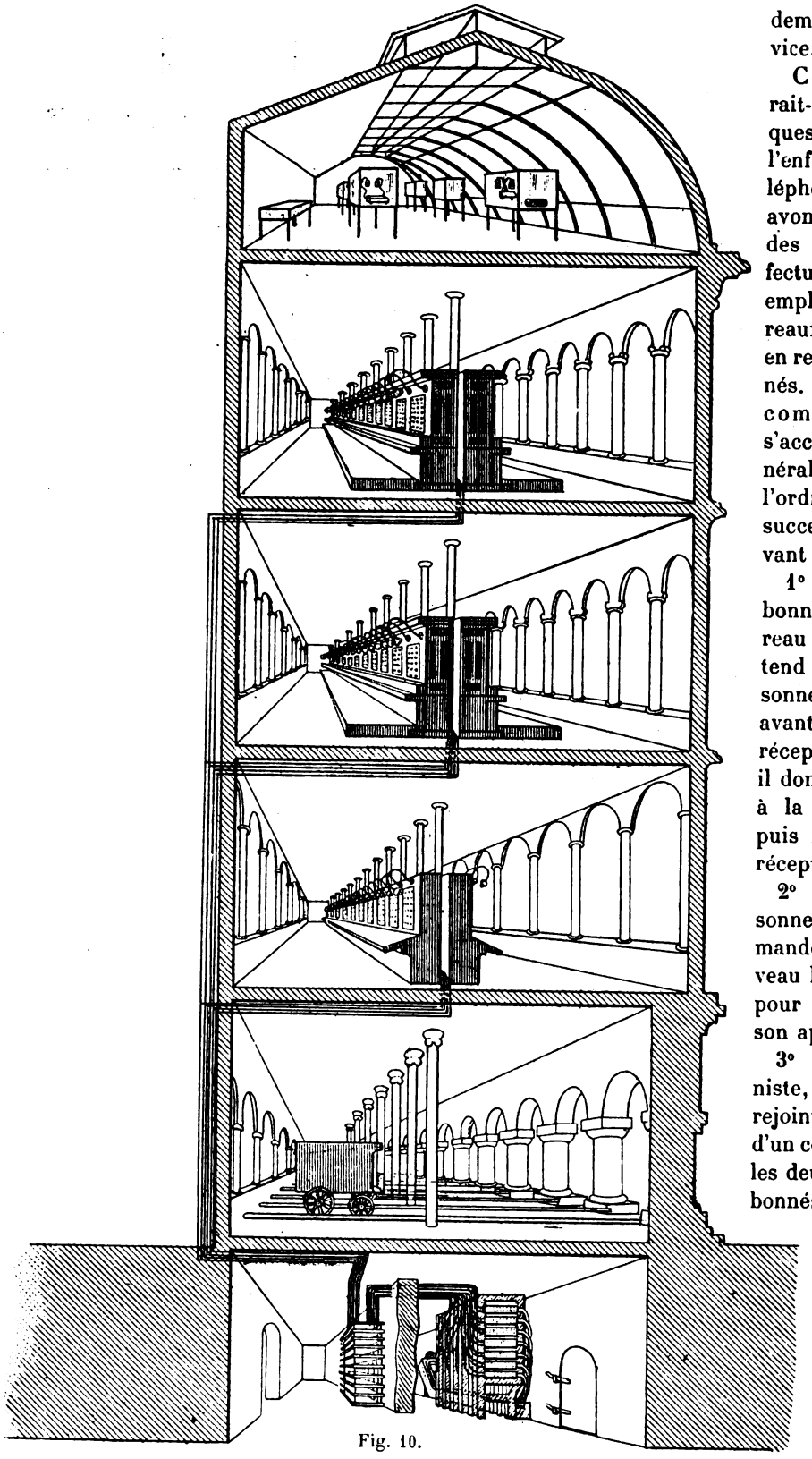


Fig. 10.

demandées à ce service.

Comment opérait-on, il y a quelques années, dans l'enfance de la téléphonie ? Nous avons été témoin des manœuvres effectuées par les employées des bureaux pour mettre en relation les abonnés. Une mise en communication s'accomplissait généralement dans l'ordre d'opérations successives suivant :

1° D'abord l'abonné sonne le bureau central, il attend la réponse par sonnerie de celui-ci avant de porter son récepteur à l'oreille; il donne son ordre à la téléphoniste, puis raccroche son récepteur ;

2° L'employée sonne l'abonné demandé, sonne à nouveau le demandeur pour le ramener à son appareil ;

3° La téléphoniste, après avoir rejoint, au moyen d'un cordon souple, les deux lignes d'abonnés, écoute si la conversation s'engage ;

4° Au signal de fin de conversation donné, l'em-

Digitized by Google

ployée écoute sur le circuit et s'assure que les abonnés ont bien fini leur entretien.

Il suffit d'avoir énoncé ces quatre règles pour en faire comprendre maintenant toute l'anomalie et leur incompatibilité avec la célérité d'un tel service. Nous verrons ultérieurement par quel mode opératoire simpliste elles ont été remplacées.

Ce n'est pas tout. Toutes les lignes d'abonnés n'aboutissaient pas au même tableau, de dimensions suffisamment réduites pour que la téléphoniste, par des mouvements de bras n'atteignant pas une amplitude exagérée, pût relier deux abonnés. Quelquefois les annonciateurs d'appel de deux abonnés se trouvaient à une grande distance l'un de l'autre et il fallait, pour unir leurs lignes, des longueurs de cordons très grandes. De plus, les abonnés appartenant à des bureaux différents ne pouvaient communiquer que par l'intermédiaire de lignes établies entre les bureaux, appelées *lignes auxiliaires*. Ces lignes aboutissaient à un tableau spécial dans chaque bureau, de même que toutes les lignes des abonnés d'un même bureau étaient subsidiairement reportées sur un tableau appelé *tableau commutateur secondaire* sur lequel s'opéraient les mises en communications d'abonnés d'un même bureau et des bureaux éloignés. Il y avait, à certains moments de travail chargé, une telle profusion de cordons souples, un tel lacis, un tel enchevêtrement que le démêlement en devenait pénible et entraînait fréquemment des ruptures brusques de communications donnant lieu, de la part des abonnés, à des plaintes qui se traduisaient sous une forme plus que vive. Celui qui a été témoin de ce spectacle en garde un souvenir indélébile. Et quel tumulte de voix clangorantes ! On se serait cru dans une volière !

De l'excès du mal naquirent les améliorations. Les efforts de volonté des constructeurs d'appareils se concentrèrent sur ce sujet. Les modifications, les systèmes proposés furent nombreux : les difficultés, en effet, augmentaient à un degré en dehors de toute proportion avec l'accroissement du nombre d'abonnés.

Au 1er septembre 1889, date de la reprise par l'État de l'exploitation des réseaux concédés, la congestion des bureaux de Paris était telle qu'il fallait impérieusement songer au changement de l'outillage du réseau.

Jusqu'à la Conférence technique administrative de 1889, le tableau dit *Standard* est le dernier type du genre qui avait été préféré.

Dans celui-ci, chaque ligne d'abonné aboutit à un annonciateur et à un conjoncteur ou *spring-jack* dans une section déterminée du bureau. Dans chaque section, il y a un certain nombre de paires de cordons terminées par des fiches. La mise en relation d'un abonné nécessitant l'introduction dans son jack de la fiche d'une des paires de cordons de sa section, la liaison de deux abonnés dont les lignes aboutissent à des sections différentes, fait intervenir les téléphonistes des deux sections et exige l'établissement d'une *ligne de renvoi* entre les sections intéressées.

Pour établir les communications deux à deux possible entre les sections, les lignes de renvoi doivent être en nombre suffisant, mais elles donnent lieu à une complication de service. Pour cette raison, le standard est inférieur au multiple. Il convient pour des bureaux de 500 et même de 1 000 abonnés.

L'expérience a enseigné que, sur 1 000 abonnés distribués en groupes de 100, 72 0/0 des communications réclament l'intervention de plusieurs opérateurs ; sur 2 000 répartis en 20 groupes, la proportion atteint 85 0/0. La création du *multiple* obvie à cet inconvénient grave.

Le commutateur multiple a été inventé, en 1880, par MM. C. Haskins et Wilson et exploité par la *Western Electric C°*, de Chicago.

Pour en saisir le principe, imaginez que chaque ligne d'abonné, en outre du groupe où se trouve l'annonciateur particulier qui lui est dévolu, aboutisse à chacun des autres groupes et soit ainsi mis à la portée de chaque opérateur. Celui-ci recevra les appels des abonnés particuliers, dont il a le service, mais pourra, de plus, communiquer avec toutes

Digitized by Google

les lignes d'abonnés du bureau. Autrement dit, toutes les communications seront des communications directes à l'établissement desquelles ne prendra part qu'un seul opérateur.

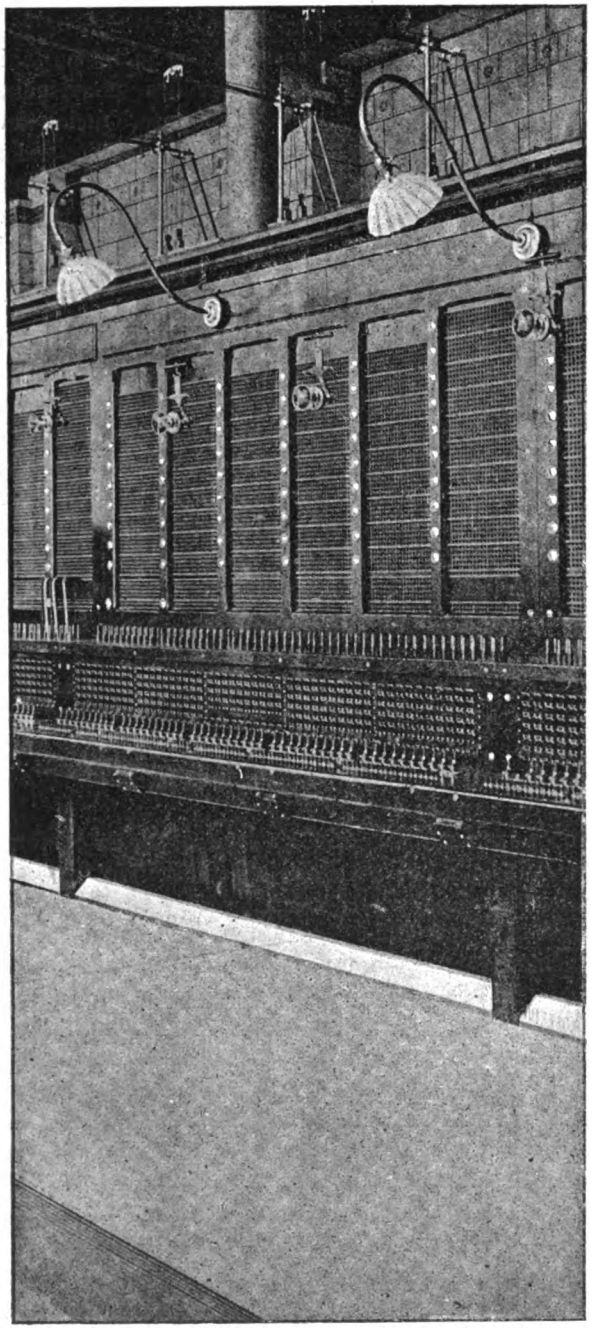


Fig. 11.

Le tableau installé par la Société de matériel téléphonique, dans le nouvel Hôtel central, est un multiple de 6 000 abonnés.

La figure 11 rappelle sa disposition d'ensemble. Nous reviendrons tout à l'heure sur sa composition. Au préalable, observons qu'il ne faut considérer que la partie centrale de la figure, constituée par six panneaux verticaux : le multiple complet comprend une série de meubles identiques contigus les uns aux autres.

Avant de passer à sa description, nous allons essayer d'en exposer le fonctionnement, en nous aidant de diagrammes conventionnels et nous servant des termes de métier consacrés par l'usage. Pour cela nous sommes obligé de nous étendre un peu sur certains détails du matériel, tout en les restreignant à la mesure strictement nécessaire à notre exposé, sous peine de tomber dans une lamentable confusion.

Au repos, les lignes d'abonnés sont en communication permanente avec des pièces terminales; des organes complémentaires servent à relier deux d'entre elles pour une conversation.

Soit donc une ligne d'abonnés LL' (voir partie supérieure de la figure 12) aboutissant à un conjoncteur ou jack du bureau. L'un des fils de ligne est soudé à un ressort C*n* qui, au repos, s'appuie sur une lame B*m* ; l'autre fil est soudé à une lame A en contact

Digitized by Google

métallique avec un canon D. Ce canon est une sorte de douille de la forme indiquée, avec un trou cylindrique D, terminée par une queue, sur laquelle reposent les lames B et C, par l'intermédiaire de matière isolante et sur laquelle aussi celles-ci sont fixées par un boulon V, dont le corps cylindrique est complètement isolé de toutes pièces métalliques

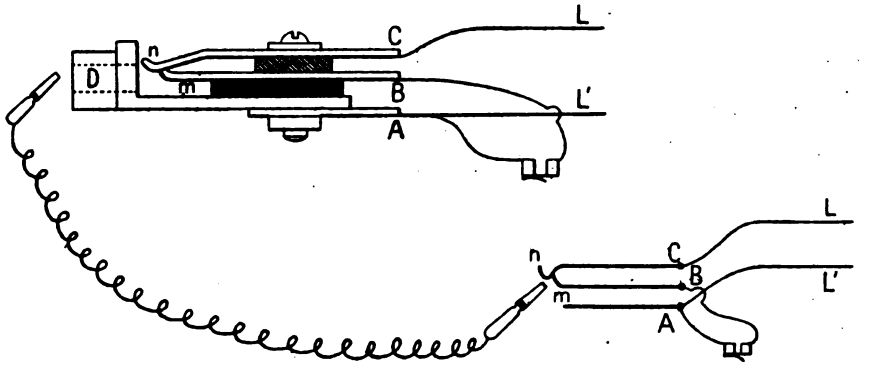


Fig. 12.

par une chemise *e* en ébonite. En dérivation sur les deux fils de ligne, se trouve placé un électro-aimant annonciateur E. Dorénavant, nous représenterons schématiquement les conjoncteurs ou jacks, comme c'est indiqué dans la partie inférieure de la figure 2.

Les organes complémentaires sont les cordons à fiches qu'on introduit dans les trous.

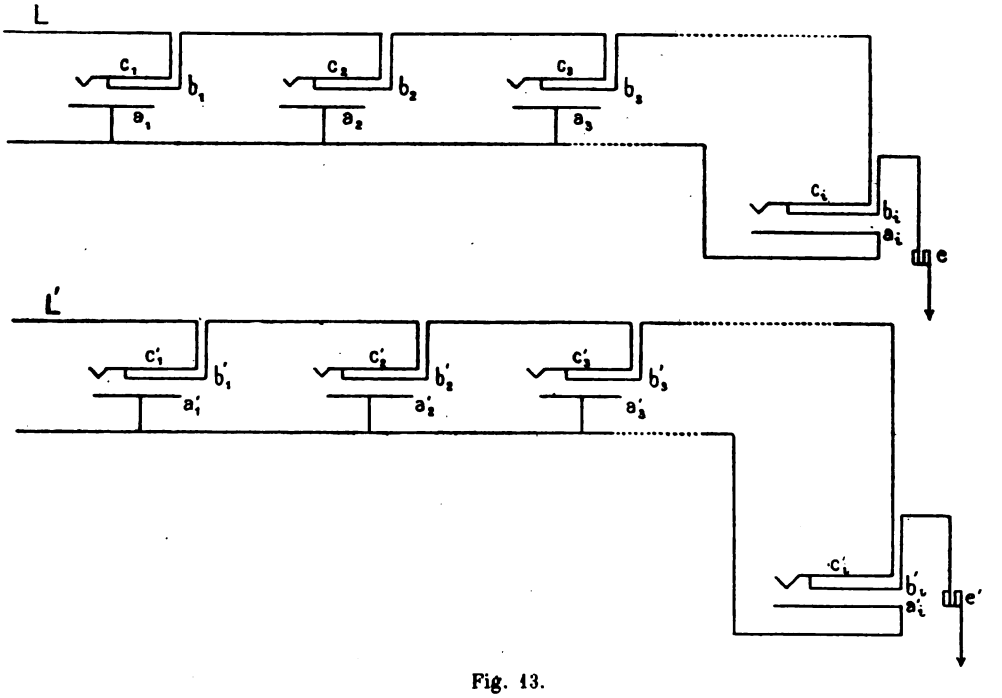


Fig. 13.

Dans le cas considéré d'une ligne bimétallique, la fiche se compose d'une partie centrale en fer, sur laquelle est vissé un des conducteurs du cordon souple ; la tige centrale est chaussée dans un manchon isolant qui la sépare d'un tube en laiton où est fixé le second conducteur du cordon. Un autre manchon d'ébonite recouvre et protège les pointes de liai-

Digitized by Google

son des conducteurs. Une paire de fiches et une paire de cordons sont indispensables à l'établissement d'une communication.

Supposons un bureau central aménagé pour un réseau à simple fil. La disposition sera la suivante (fig. 13) :

La ligne L venant de l'extérieur est rattachée à c_1, puis se continue au repos par b_1 qui est relié à c_2, qui communique avec b_2 et ainsi de suite $c_n b_n$, pour aboutir au jack individuel de l'abonné $c_i b_i$, traverse ensuite l'annonciateur particulier de l'abonné e_i et se rend à la terre.

Les massifs des jacks $a_1, a_2, a_3 \ldots\ldots a_n$ appartenant à la ligne L sont reliés entre eux, mais isolés complètement d'autre part.

Soit une deuxième ligne L′ disposée identiquement.

$a_1 b_1 c_1$ constitue le jack général de la section 1.

$a_2 b_2 c_2$ — $a_3 b_3 c_3$, etc., constituent les jacks généraux affectés à la même ligne et placés dans les sections 2, 3..... etc.

$a_i b_i c_i$ est le jack individuel de la même ligne L.

De même pour la ligne L′:

$a'_1 b'_1 c'_1$ forme le jack général de la section 1 pour cette ligne L′.

$a'_2 b'_2 c'_2$ — $a'_3 b'_3 c'_3$..... etc., désignent les jacks généraux affectés à la même ligne et placés dans les sections 2, 3..... etc.

$a'_i b'_i c'_i$ est le jack individuel de la dite ligne L′.

Et ainsi de suite pour toutes les lignes d'abonnés qui aboutissent chacune à leur jack particulier, tout en traversant toutes les sections consécutivement. On dit qu'ainsi toutes les lignes sont multiplées.

Supposons qu'un abonné quelconque sonne le bureau central. Son annonciateur individuel e_i fonctionne et fait tomber un volet qui démasque son numéro d'ordre. L'employé saisit une fiche f (voir schéma fig. 14) d'une paire de cordons libre, et l'introduit dans le jack individuel $a_i b_i c_i$ de l'abonné demandeur; par cette opération, il se met en communication avec lui et écoute sa demande. L'appelant veut communiquer avec un autre abonné. Comme, d'après ce que nous venons d'exposer plus haut, la ligne de celui-ci passe à la portée de l'opérateur dans un jack qui porte le numéro de la ligne, il n'a plus besoin de recourir à l'intervention d'un de ses collègues ; il enfonce la seconde fiche f' dans le jack et les deux lignes L et L′ sont reliées.

Si la ligne du second abonné appelé est libre, les choses se passent, en effet, de la manière simple que nous venons d'exprimer. Mais si elle est occupée, pour une autre communication, l'action d'enfoncer la seconde fiche dans son jack a pour effet d'amener une troisième ligne en rapport avec les deux autres déjà reliées et de couper une conversation engagée ou, tout au moins, d'y mêler un troisième interlocuteur. Il faut donc, pour éviter ce fâcheux mélange, que l'opérateur s'assure, au préalable, si la ligne est libre ou non. Il le fait d'une façon bien simple, très rapide et fort ingénieuse, comme on s'en rendra aisément compte en se reportant au diagramme des connexions de la figure 4. Avant d'enfoncer complètement la fiche f' dans le jack, il a soin de commencer par porter la pointe de la fiche sur le massif ; si la ligne est inoccupée, les massifs a'_1 — a'_2 — a'_3, etc., sont, nous l'avons dit, dans la position de repos, complètement isolés et, alors, le faible courant émanant de la pile P et qui parcourt le circuit T (récepteur), I (bobine d'induction), i, r, d, c, f et la ligne L ne subira aucun changement; par conséquent, il n'y aura pas de phénomène d'induction dans les spires du téléphone T et il restera silencieux au moment du contact.

Si, au contraire, la ligne n'est pas libre et qu'une fiche soit enfoncée dans un certain jack, par exemple $a'_3 b'_3 c'_3$, l'ensemble des massifs des jacks sera en communication par l'intermédiaire de la fiche avec le ressort c'_3 de ce jack, la ligne L′ qui y aboutit et la terre

Digitized by Google

du poste de l'abonné. Dans ce cas, le courant de l'élément parcourt le circuit d', c', f', a'_3, c'_3 et la ligne L'; il change de valeur dans la branche T, I, i, r; un phénomène d'induction s'accomplit qui détermine un coup sec dans la plaque vibrante du récepteur. La téléphoniste est avertie par ce signal acoustique que la ligne est occupée et elle en informe l'abonné. C'est ce qu'on appelle, en termes de métier, faire l'épreuve (test) de la ligne.

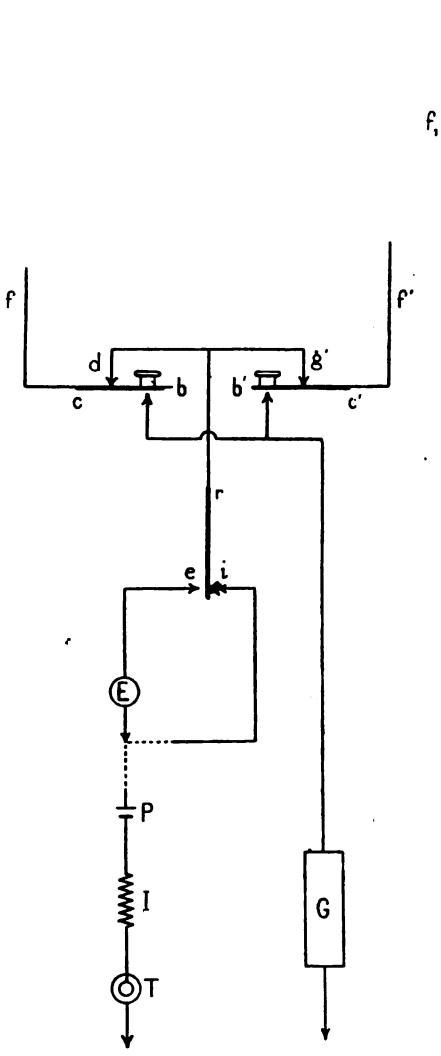


Fig. 14.

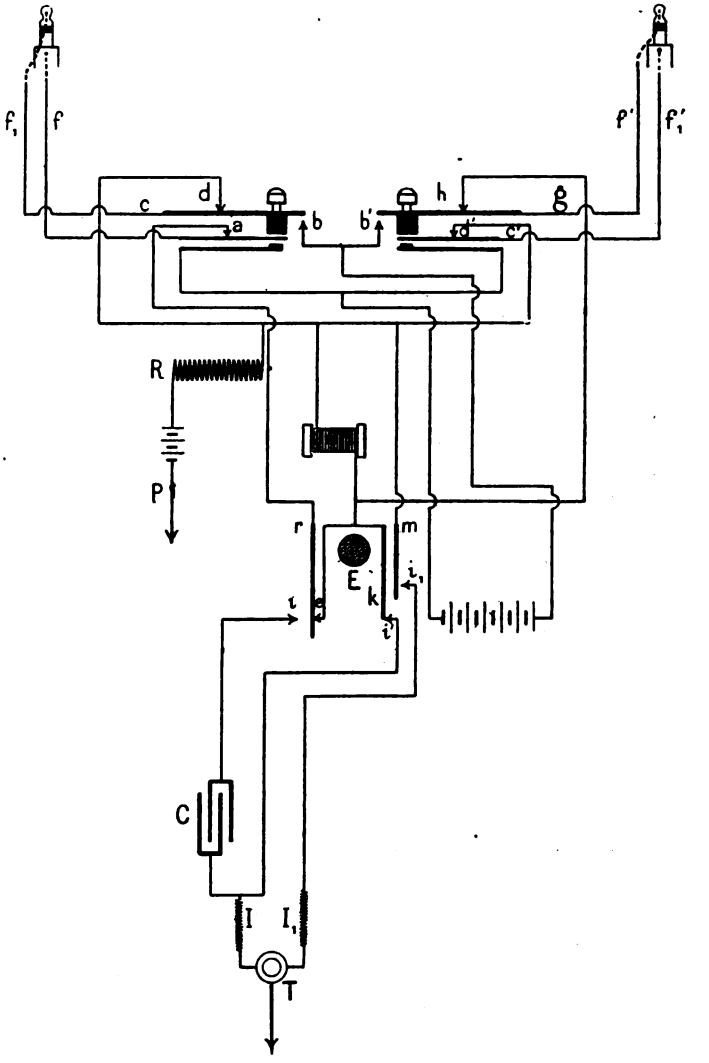


Fig. 15.

Circuits bifilaires. — Il n'y a rien de changé au montage des jacks dans les tableaux multiples des circuits bifilaires; toutefois les massifs sont reliés au second fil, ainsi que la sortie de l'annonciateur individuel.

Le schéma de la figure 15 va nous permettre de suivre les opérations d'une mise en relation de deux abonnés.

Quand un abonné appelle, le téléphoniste introduit la fiche ff_1 d'une paire de cordons dans le jack individuel du demandeur, abaisse le levier de la clé d'écoute E sur les contacts i — i' — i_1; le circuit du microphone de l'abonné est ainsi fermé à travers le poste de service par f — a — r — i — C — I — T — I_1 — i_1 — m — d — c — et f_1. Dans le

Digitized by Google

dessin, les fiches sont simplement représentées par leur extrémité, laissant voir que la tige centrale à laquelle est fixé un des conducteurs du cordon est isolée du manchon extérieur auquel se rattache le second conducteur du cordon souple.

L'abonné ayant donné son ordre, la téléphoniste, avant de relier la ligne à celle de l'autre abonné demandé, fait d'abord l'essai de celle-ci. Dans ce but, elle touche avec la broche centrale f^1 de la fiche ff_1 le massif du jack de l'abonné appelé. Si la ligne est libre, le téléphone T reste silencieux et l'opérateur enfonce alors sa fiche à fond : la liaison des deux abonnés est établie.

Si la ligne est occupée, c'est-à-dire si une fiche est quelque part introduite dans un jack, à une section quelconque de cette ligne, cette fiche, par la bague extérieure, met les massifs des jacks en communication avec un système tel que RP, comprenant une bobine (*chocking coil*) et une pile. Le contact de la fiche avec un de ces massifs détermine dans le circuit g — h — K — i — I un des enroulements du téléphone T, et la terre un courant qui donne un toc dans le récepteur; alors l'employée s'arrête et prévient l'appelant que la ligne du correspondant qu'il demandait est occupée. L'usage des condensateurs a été introduit en téléphonie par Van Rysselberghe, croyons-nous. Il est employé ici pour empêcher le courant d'être dérivé vers *irf*. Les manœuvres sont donc réduites à un très petit nombre, directes, simples et rapides.

Dans un tableau il existe deux espèces d'annonciateurs : 1° les annonciateurs individuels, coupés de la ligne pendant la conversation, ont une résistance d'environ 100 ohms; 2° les annonciateurs de fin de conversation, placés, au contraire, en dérivation pendant la conversation, sont doués d'une résistance de 6 à 700 ohms. On remarquera que le circuit induit de la bobine d'induction II′ de même que celui des récepteurs sont constitués en double enroulement, afin que le poste téléphonique de service soit aussi symétrique que possible par rapport aux deux fils de ligne : les crépitements désignés sous le nom de bruits de friture sont ainsi éliminés.

Le grand tableau monté dans le nouvel Hôtel central se compose de 23 grandes tables ou sections comprenant 240 abonnés par table, 2 *switching* ou tableaux intermédiaires, pour les lignes interurbaines, 10 tables de lignes auxiliaires représentant les autres bureaux centraux de Paris, arrivée et départ, 3 tables pour les lignes suburbaines, au total 38 tables. La liaison de tous les fils aux appareils a nécessité plus d'un million de soudures.

Les jacks généraux des abonnés, groupés par centaines et numérotés dans chaque centaine, occupent la partie supérieure des panneaux (fig. 11); ils sont reproduits de section en section et conservent toujours la même place et le même numéro dans chaque section.

Les lignes auxiliaires de départ servent à appeler les autres bureaux centraux du réseau. Les jacks généraux de ces lignes sont multipliés de section en section et forment une seule rangée dans la largeur de la section.

Les jacks de service également multiplés de section en section sont rangés en une seule ligne sur un panneau.

Les jacks individuels affectés aux appels des abonnés sont répartis dans chaque section et occupent la partie inférieure du tableau, rangés sur deux lignes.

Les fiches sont dressées verticalement sur leur siège, immédiatement en dessous des jacks individuels. Les deux fiches qui terminent le cordon sont disposées par paires et, dans la même paire, placées l'une devant l'autre. Elles constituent six groupes de 20 fiches. Les cordons de ces fiches sont maintenus tendus dans leurs alvéoles, chacun par un petit galet dont la chape supporte un poids en plomb. Dans l'établissement des communications, l'opérateur enfonce la fiche d'arrière de la paire dans le jack local de l'abonné appelant et, après avoir rabattu la clé d'écoute correspondant à cette paire de fiches, fait l'épreuve de la ligne en touchant le jack général de la ligne à essayer avec la pointe de la fiche d'avant.

Digitized by Google

Les annonciateurs d'appel sont disposés sur cinq rangs au bas du tableau, chacun est réuni à un jack individuel et porte le même numéro.

Immédiatement au-dessous des annonciateurs d'abonnés, se trouve une ligne d'annonciateurs de fin de conversation. Ils communiquent avec les cordons souples et les fiches, comme on peut le voir en suivant les connexions indiquées au diagramme figure 15.

Viennent ensuite sur la tablette en avant les clés d'écoute et les boutons de sonnerie. Chaque clé d'écoute et la paire de boutons qui lui fait face sont réunies à la paire de fiches situées en regard. Clés d'écoute et boutons de sonnerie sont répartis en cinq groupes sur la partie antérieure de la tablette.

Enfin, on remarquera sur le pan coupé de la tablette trois mâchoires dans chacune des sections servant de prise de contact au récepteur fixé sur un ressort serre-tête recourbé qui ceint la tête de l'opérateur, lui laissant l'entière liberté de ses deux mains.

A ces trois récepteurs correspondent trois transmetteurs microphoniques qui sont suspendus, au-devant du panneau (fig. 11), par deux cordons servant en même temps de conducteurs au courant primaire qui traverse les charbons. Ces cordons passent sur deux renvois de poulies supportées par un bras horizontal mobile dans une chape, pour les mouvements d'avant en arrière et d'arrière en avant. Les brins conducteurs soutiennent deux contrepoids qui équilibrent le microphone. Chaque opérateur règle le niveau de l'appareil à sa convenance.

Les téléphonistes sont assises devant les meubles sur un large scabellion régnant le long des tableaux, recouvert d'un tapis de cuir liège.

Dans la salle, répartis à certains intervalles, existent de petits meubles, sorte de bureau pour une personne, qui jouent un rôle important dans la marche générale du service. C'est de ces tables de contrôle, en effet, que les surveillantes de poste s'assurent, à l'insu des téléphonistes, si celles-ci effectuent convenablement leur service.

En résumé, sans quitter sa place, dans le multiple, la téléphoniste a sous les yeux et à portée de sa main :

1° Tous les jacks généraux des abonnés ;

2° Les jacks généraux de toutes les lignes auxiliaires de départ ;

3° Les jacks de service qui servent pour les lignes d'abonnés pourvues d'une installation spéciale ;

4° Les jacks individuels avec leurs annonciateurs d'appel correspondants ;

5° Les fiches, cordons, clés d'écoute, boutons de sonnerie, annonciateurs de fin de conversation, destinés à effectuer les appels et à établir les communications. Chaque section comporte environ $1^m,90$ de largeur de meuble. De son estrade, debout, la téléphoniste atteint facilement de sa main la partie supérieure des panneaux de jacks.

Au premier étage, les meubles n'ont pas la même envergure. Ils sont représentés par la figure 16. Ils ont la hauteur d'un homme de taille ordinaire. Ils sont pourvus de jacks, d'annonciateurs d'appel et de fin de conversation, de fiches, de clés d'écoute et de boutons de sonnerie. La tablette inclinée légèrement est disposée pour y écrire. C'est à ces tables, au nombre de 10, qu'aboutissent les lignes de cabines, à raison de 15 lignes par table, soit en tout 150 lignes. A chacune de ces tables sont assises deux employées, l'une préposée à l'établissement des communications et l'autre enregistrant la durée des conversations. C'est un contrôle d'administration. Ces tables communiquent également avec le multiple général à la deuxième du switching.

En outre, dans la même salle existent 20 autres tables similaires, destinées aux lignes de communications interurbaines à raison de 5 lignes par table, soit en tout 100 lignes. Comme l'indique le schéma (fig. 17) les lignes interurbaines aboutissant aux tables du premier étage peuvent aussi être reliées, au multiple du second étage, avec les lignes d'abonnés urbains.

Digitized by Google

Deux demoiselles font le service de chaque table : l'une, pour les communications ; l'autre, pour les classer par numéro d'ordre et contrôler leur durée.

Nous avons dit que le but principal des tableaux multiples consistait à accélérer le mode de communications entre abonnés, à augmenter la sécurité du service et à obte-

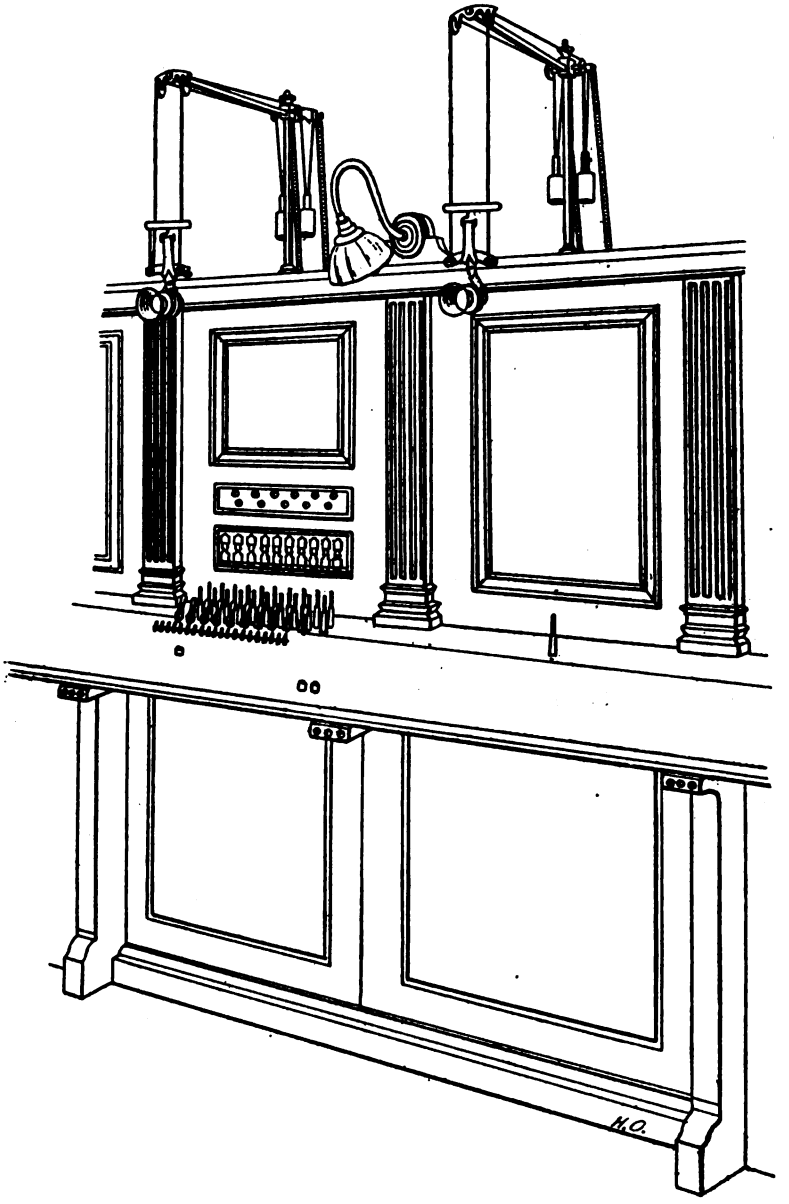


Fig. 16.

nir par là un meilleur rendement des lignes. Il est incontestable que l'abonné y trouve son compte à une grande rapidité de transmission de ses ordres. Mais, de ce côté, il y a encore des améliorations de fonctionnement qui dépendent simplement de lui, de ses habitudes dans l'emploi du téléphone. Il est certain que la méthode qu'il a contractée, et qui est encore très répandue chez nous, d'appeler son correspondant par ses noms, qualité

Digitized by Google

et profession, est vicieuse et contribue, pour une grande part, au ralentissement du service. Combien il est plus simple, plus prompt et plus sûr d'appeler au numéro.

Chaque abonné est immatriculé, son numéro s'attache à lui implacablement, le poursuit en tous ses changements de résidence. Au bout d'un certain temps, il s'établit entre abonnés des groupements naturels; on connaît par suite les numéros des correspondants habituels; jamais il ne se produit d'erreurs ni de retard. Les abonnés qui comprennent bien l'importance du procédé et qui retirent les plus grands avantages du téléphone exercent réciproquement entre eux une certaine discipline, très favorable à la célérité des opérations. Lorsque l'abonné appelle un correspondant en donnant un nom, une adresse — souvent erronée même — à la téléphoniste du bureau, il distrait celle-ci de sa vraie mission, l'immobilise dans la recherche du numéro de l'abonné appelé, en la forçant de feuilleter dans la liste des abonnés au grand détriment des communications qu'elle pouvait effectuer pendant ce temps.

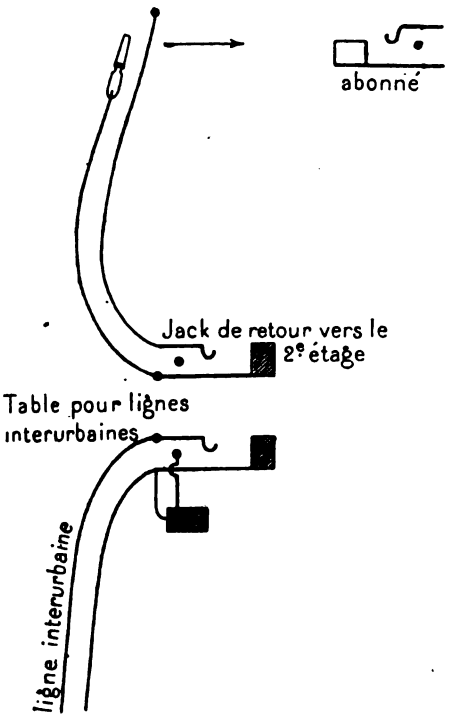


Fig. 17.

Bref, l'abonné charge l'employée d'un travail qu'il aurait dû exécuter lui-même, au préalable; nous ne savons pas jusqu'à quel point cette pratique funeste peut être considérée comme équitable. Donc, le dernier cri c'est l'appel au numéro. Ce procédé aura, en outre, l'immense avantage de supprimer bien des difficultés qui surgissent entre le personnel du bureau central et les abonnés au caractère parfois vif et par trop impétueux envers des demoiselles dont la besogne est pénible et qui n'ont aucun intérêt à ne pas s'en acquitter avec précision et dévouement.

La transformation de l'outillage et du matériel du bureau central, la translation des lignes se sont accomplies et continuent à s'effectuer sans donner lieu à aucune interruption de service, dans des conditions d'exécution souvent fort défavorables.

Au terme du travail que nous avons entrepris, il nous reste à faire ressortir le bienveillant concours, sans lequel l'achèvement de notre tâche eût été impossible, que nous rencontré parmi les employés du personnel de l'administration. M. Sieur nous a guidé de son expérience consommée. M. Godefroy ne s'est pas lassé de nous donner les explications les plus claires, M. Aboilard et M. André, son ingénieur, chargés de l'installation du multiple, nous ont fourni le soutien de leur compétence spéciale. Qu'ils soient tous, à un égal titre, remerciés et veuillent bien accueillir l'expression de notre gratitude !

Notre étude ainsi présentée, forcément écourtée, offre des lacunes que nous avons été impuissant à combler en raison de la multiplicité des détails rencontrés à chaque pas. Nous espérons cependant — oh ! ne m'enlevez pas, lecteur, ma dernière illusion ! — avoir réussi à faire saisir le principe du tableau multiple et le fonctionnement d'un bureau pourvu d'un matériel nouveau qui se perfectionne de jour en jour dans son ascension, jamais arrêtée vers le progrès et nous gardons l'espoir que vous serez tenté d'entrer bien avant dans cet intéressant sujet.

Em. Dieudonné.

Digitized by Google

COMPTEUR TEMPORAIRE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Dans un article paru dernièrement, notre collaborateur, M. Leroy, faisait très justement remarquer que le public parisien employait très peu les moteurs électriques pour les usages domestiques et que presque toujours il préférait avoir recours au gaz, à la vapeur ou à l'air comprimé, pour produire de la force motrice. Les causes de cet état de choses sont : le prix élevé de l'énergie électrique et une sorte d'appréhension, peu justifiée d'ailleurs, pour tout ce qui touche à l'électricité. La dernière de ces causes, hâtons-nous de le dire, disparaîtra d'elle-même avec le temps et, petit à petit, on arrivera à se familiariser avec l'électricité, comme on l'a fait avec le gaz, la vapeur et le pétrole.

En ce qui concerne le prix de l'énergie électrique, avec les règlements administratifs en vigueur actuellement en France et avec la pratique industrielle employée aujourd'hui, il n'est guère possible aux Compagnies concessionnaires de vendre l'hectowatt à un prix sensiblement inférieur à celui qui est établi en ce moment. Les frais d'installation et d'exploitation des stations centrales sont tels que l'amortissement du capital et l'entretien du matériel grèvent cet hectowatt de plus de 50 0/0 du prix qu'il est vendu aux abonnés.

On comprend facilement les raisons de cette situation, si on se représente le matériel énorme des secteurs et leur peu d'utilisation effective. En effet, la marche utile maximum d'une station centrale n'atteint pas annuellement plus de 300 heures, même dans les secteurs les plus chargés de Paris, de Londres, de Berlin ou de Vienne. Cette marche maxima ne représente, à vrai dire, que 60 à 70 0/0 de la quantité totale d'énergie que l'usine devrait fournir, si tous les appareils installés fonctionnaient simultanément; mais, comme la plus élémentaire prudence oblige à avoir un matériel mécanique et électrique de secours constamment en réserve, on arrive, avec les pertes d'énergie dans la ligne, à être obligé d'installer dans l'usine une puissance mécanique représentant au moins 1,25 à 1,30 de l'énergie qui pourrait être consommée aux récepteurs s'ils marchaient tous ensemble.

Ceci revient à dire que pour Paris, Londres et la plupart des grandes villes l'amortissement du matériel nécessaire pour produire et utiliser un hectowatt en un point donné de la ville doit porter sur une durée de 800 à 1 000 heures par an, et sur un rendement effectif aux récepteurs de 50 0/0 par rapport à celui indiqué pour les moteurs générateurs.

Ces chiffres sont très élastiques et n'ont rien d'absolu ; ils varient d'une ville à l'autre et d'un secteur à l'autre ; nous ne les donnons que comme moyenne approximative pour Paris, moyenne que nous avons déduite de plusieurs comptes d'exploitation de secteurs. En prenant 1 000 heures de marche effective par an pour les usines centrales, nous arrivons à peu près au 1/3 de l'utilisation normale du matériel de presque toutes les industries. Il semble donc évident que, si, au lieu de répartir leur amortissement sur 1 000 heures, les stations d'électricité suivaient la loi commune aux industries ordinaires, le prix de revient de l'énergie pourrait être sensiblement abaissé. Cette énergie, pour être utilisée comme moyen d'éclairage, ne peut sortir des limites du cadre actuel qui, pour les secteurs de lumière, représente 2 à 3 heures par jour en moyenne par lampe installée, pour une marche réelle de l'usine de 4 à 5 heures par jour. Les heures pendant lesquelles l'énergie n'est pas utilisée par la production de la lumière sont précisément celles où on pourrait faire usage de cette énergie pour produire de la force motrice, dans nombre d'industries, à l'instar de ce qui se pratique actuellement sur une grande échelle, en Amérique.

En faisant l'hypothèse que le cheval mécanique de la station centrale tourne annuellement 1 000 heures pour produire du courant qui serait utilisé dans les moteurs, sans préjudice des 1 000 heures d'utilisation pour l'éclairage, le prix de l'hectowatt vendu à l'abonné dans ces conditions pourrait être abaissé de près de 20 0/0.

Digitized by Google

Si maintenant les Compagnies concessionnaires ne font porter la diminution que sur le prix de l'hectowatt vendu à certaines heures de la journée, dans le but d'être censément utilisé comme force motrice, la différence sera encore plus sensible, et alors la concurrence faite au moteur à gaz par le moteur électrique deviendra très sérieuse.

Nous ne doutons pas que, si les Compagnies se déterminaient à adopter cette manière de voir, la puissance mécanique dont elles disposent dans leurs usines recevrait bientôt une utilisation presque totale pendant un nombre d'heures double ou triple de celui d'aujourd'hui.

Car, du jour où le moteur électrique sera à même de lutter économiquement avec le moteur à gaz, son développement ne se fera pas attendre longtemps et il ne tardera pas à être employé aux usages les plus variés, précisément à cause de ses qualités domestiques.

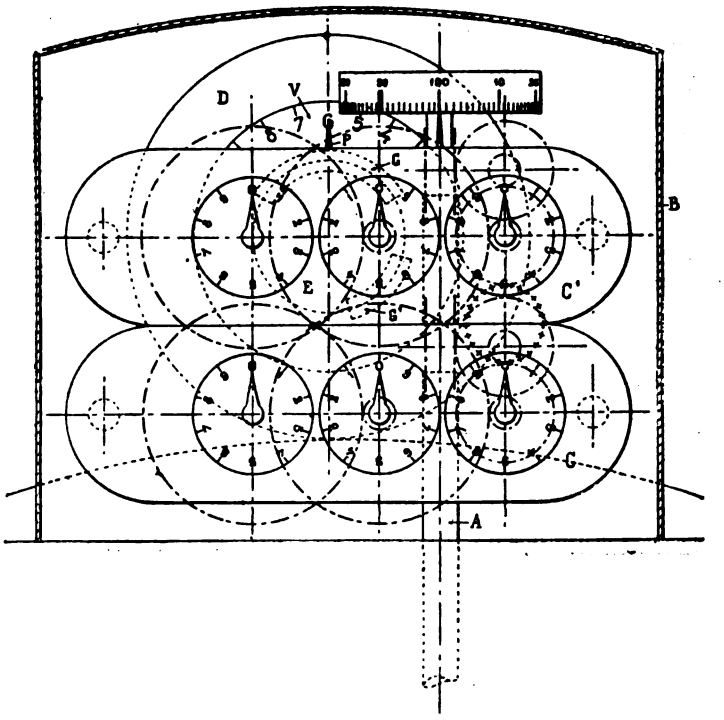


Fig. 1.

Donc, à notre sens, les Compagnies ont tout intérêt à créer des tarifs de faveur pour la consommation de courant pendant le jour, car elles en tireront rapidement de beaux bénéfices, tout en rendant de grands services à l'industrie.

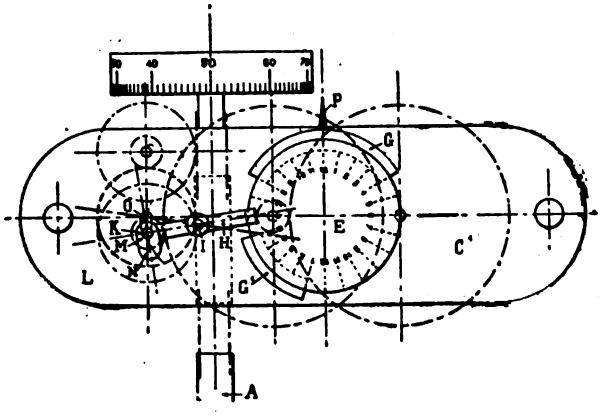


Fig. 2.

A ce point de vue, nous avons eu la satisfaction de constater que nous étions en communication d'idées avec la plupart des ingénieurs placés à la tête des secteurs de Paris et de Londres et nous sommes étonnés qu'il n'y ait pas encore une application industrielle de ce procédé d'exploitation.

Pour faire la différence entre la quantité d'énergie consommée à tarif réduit et celle consommée à plein tarif il suffirait d'adapter à tous les compteurs actuellement en usage un appareil imaginé par MM. Dreyfus et Roche, dont nous allons donner ci-dessous la description sommaire.

Digitized by Google

L'appareil (fig. 1 et 2) se compose en principe d'un second enregistreur analogue à celui déjà existant sur le compteur à modifier, embrayé et désembrayé aux heures déterminées, sous l'action d'un disque à surépaisseurs monté sur l'axe d'un mouvement d'horlogerie. Les cadrans des deux compteurs sont placés du même côté et l'un contre l'autre. L'un des organes, généralement l'arbre portant un pignon du mouvement des unités, est maintenu par son extrémité dans l'œillet d'un levier qui le fait entrer en prise avec l'autre roue ou pignon, aux heures où doit se faire le décompte, tandis que pendant le reste du temps il retombe sous l'action d'un contrepoids en arrêtant à la fois tous les cadrans. Ce levier, qui est d'ailleurs très léger en raison de l'effort presque insignifiant qu'il développe, pivote autour de son centre comme axe. Son extrémité servant à la commande est élargie dans le sens perpendiculaire au disque pour que celui-ci agisse facilement. L'arbre portant le disque tourne en 24 heures. La durée de marche du mouvement peut être faite aussi longue qu'on le désire ; dans tous les cas on a prévu un remontoir pouvant être tourné de l'extérieur pour que le système entier puisse rester complètement enfermé afin d'éviter toute fraude. Nous avons dit que le disque portait des segments en surépaisseur ; ajoutons que, pour faciliter les applications, ces pièces peuvent se remplacer facilement, ce qui permettra dans certains cas de changer l'horaire à certaines époques de l'année. Ceci, bien entendu, se ferait d'un commun accord entre les abonnés de la Société d'électricité et sous le contrôle de l'Administration. En résumé, toutes les facilités possibles ont été prévues pour l'emploi commode de cet appareil, dont nous espérons voir l'emploi se généraliser promptement, car il facilitera beaucoup l'emploi de l'électricité par l'abaissement de son prix de revient.

CH. HAUBTMANN.

CORRESPONDANCE D'ANGLETERRE

Londres, le 8 décembre 1893.

La traction électrique. — Une Commission du Parlement anglais avait dernièrement indiqué dans un rapport certaines précautions à prendre dans les installations électriques ayant pour objet le transport à distance de l'énergie en ce qui concernait la traction électrique. Cette Commission avait, dans son rapport, émis le vœu que le *Board of Trade* rédigeât un règlement imposant le meilleur système d'exploitation des tramways et chemins de fer électriques.

Le *Board of Trade* vient de faire paraître ce règlement et propose d'appliquer les dispositions qu'il contient à toutes les demandes de concession qui viendront à se produire pour la construction et l'exploitation des tramways électriques. Toutefois, avant de mettre ce règlement en vigueur, le *Board of Trade* a tenu à avoir l'avis du Conseil de la Société des Ingénieurs électriciens, à qui les ingénieurs s'occupant de traction électrique pourront soumettre les observations qu'ils croiront devoir formuler.

Ce règlement présente un grand intérêt, non seulement pour le Royaume-Uni, mais aussi pour tous les pays d'Europe où il n'existe pas encore de réglementation sur cette industrie.

Les dispositions qu'il contient ont pour objet de réglementer l'emploi du fil de retour isolé ou celui d'un conducteur métallique de retour non isolé, afin d'éviter les actions nuisibles du courant (fusion ou action électrolytique) sur les conduites d'eau et de gaz, et aussi pour réduire au minimum les effets d'induction sur les fils, lignes et appareils télégraphiques et téléphoniques qui se trouvent dans le voisinage de la canalisation électrique des tramways lorsque le retour s'effectue, pour cette dernière, par la terre ou par un conducteur spécial.

Naturellement le règlement ne vise que l'emploi des courants continus pour l'exploitation des tramways ; mais le *Board of Trade* serait tout disposé, si nécessaire, à s'occuper de la question des courants alternatifs appliqués à la traction électrique.

Il est dit dans ce règlement que la ligne doit être isolée dans toute sa longueur et que le fil de retour doit être également isolé, soit dans

Digitized by Google

toute sa longueur, soit dans certaines parties de son parcours. Lorsque le conducteur de retour n'est pas isolé et est placé entre les rails, qui constituent ainsi une partie du circuit de retour, ce conducteur doit être relié aux rails, tous les 30 mètres, par des bandes de cuivre ayant une section de 2,5 mm². Lorsqu'au contraire le conducteur de retour est entièrement isolé, son extrémité doit être reliée à la borne négative de la dynamo génératrice, cette borne étant elle-même reliée à travers un galvanomètre à deux prises de terre distinctes séparées par une distance qui ne doit pas être inférieure à 18 mètres. Ces prises de terre devront être établies et maintenues dans des conditions telles que la communication soit parfaitement assurée et qu'une force électromotrice ne dépassant pas 4 volts soit suffisante pour produire, à travers la terre, entre les deux prises, un courant dont l'intensité ne sera pas inférieure à 2 ampères.

Lorsque le fil de retour est partiellement ou entièrement nu, c'est-à-dire non isolé, il devra être séparé de la masse du sol et des tuyaux de canalisation qui pourraient se trouver dans le voisinage ; les rails devront être reliés entre eux et l'on prendra des dispositions pour éviter qu'il ne se produise une différence de potentiel entre deux points quelconques du conducteur de retour. Ces conditions devront être réalisées de telle sorte que le courant, passant sur le conducteur reliant la borne négative de la dynamo génératrice à la terre, ne dépasse pas dix ampères.

L'isolement de la ligne du fil de retour (lorsqu'il est isolé) et des feeders devra être tel que la perte de courant ne dépasse pas un centième d'ampère par chaque mille de voie, soit par 1 853 m. La résistance d'isolement ne devra pas tomber au-dessous de 10 méghoms par mille (1 853 m).

Le règlement proposé comporte en outre certaines dispositions relatives aux essais et aux vérifications de la ligne électrique aérienne ou de la canalisation dans le cas où l'on emploierait un système de conducteur souterrain.

Nous ne prévoyons pas quelles objections la Société des Ingénieurs électriciens pourrait présenter à ce règlement et le plus tôt qu'il sera rendu exécutoire sera le mieux et ne pourra que contribuer au développement de la traction électrique en Angleterre.

* * *

Un des projets les plus importants soumis à l'examen du Conseil du comté de Londres [1] vient d'être l'objet d'une décision. Le Conseil a voté une somme de 500 livres (12 500 fr.) pour les études du meilleur tracé de chemins de fer et de tramways métropolitains destinés à établir des communications rapides entre les différents quartiers de la capitale ainsi qu'avec les environs de Londres; ces études devront également indiquer le coût d'établissement et le mode d'exploitation de ces lignes. Le rapide développement de la capitale et l'augmentation de la population ont rendu nécessaire l'établissement de moyens rapides de communication pour toutes les classes de cette population.

Dans le rapport adopté par le Conseil du comté, il est spécifié que la somme votée sera exclusivement affectée à cette étude et il y est dit également que l'éclairage électrique des chemins de fer souterrains serait le meilleur moyen de permettre la rapidité de circulation nécessaire.

Ces lignes de chemin de fer reviendraient, comme construction, seulement à 250 000 livres par mille au lieu de 750 000 qu'ont coûté le Métropolitain actuel et les chemins de fer reliant certains quartiers.

Les lignes projetées seraient souterraines partout où le sol serait couvert de constructions, et à ciel ouvert dans les endroits où le terrain s'y prêterait. Il est maintenant reconnu que le système le plus rationnel de lignes métropolitaines consiste à établir un réseau rayonnant dans toutes les directions et l'enquête faite à ce sujet viendra certainement prouver l'exactitude de ce fait. La publication du rapport qui sera fait présentera certainement un grand intérêt.

A. WILLBOND.

1 Le Conseil du comté de Londres est l'autorité locale qui, à l'exception du district de la Cité, est chargée du contrôle de tout ce qui concerne l'administration de la capitale qui occupe une superficie de plus de 700 milles carrés.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 novembre 1893

M. A. Cornu présente une note de M. Vaschy ayant pour titre : Calcul des forces auxquelles sont soumis les corps placés dans un champ électromagnétique [1].

***

Sur les variations de l'état électrique des hautes régions atmosphériques par beau temps, par Ch. André. — Relation des ascensions effectuées les 1er et 9 août dernier et description du dispositif expérimental employé. L'auteur termine sa note en disant que, sous le bénéfice des remarques faites dans sa note, l'examen des nombres observés montre que, par *beau temps*, le champ électrique *n'est certainement pas croissant avec la hauteur* et que la conclusion à laquelle il s'arrêterait serait que le *champ électrique* est le même au même instant tout le long d'une même verticale ; mais il ne l'émet que sous forme dubitative, réservant le contrôle de cette question à une ascension ultérieure [2].

***

Sur la préparation du lithium métallique, par M. Guntz. — Description du procédé de préparation imaginé par l'auteur, procédé basé sur l'électrolyse d'un mélange à poids égaux de chlorure de lithium et de chlorure de potassium [3].

***

M. Levat présente une note sur l'*amélioration des huiles de consommation et des huiles de graissage par un traitement électrique* [4].

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 novembre 1893

M. Berget lit une note de M. Edm. Van Aubel. Dans cette note, l'auteur montre que l'on peut avantageusement se servir du modèle de pont de Wheatstone, construit par M. Carpentier, pour calibrer un fil de pont par la méthode de Carey-Foster; l'une des plus commodes. Il décrit ensuite un appareil très simple qui permet de faire ce calibrage encore plus facilement par le jeu d'un commutateur spécial.

***

M. Guillaume présente les résultats de quelques recherches entreprises dans le but de perfectionner la construction des règles étalon destinées aux laboratoires. Jusqu'ici, ces règles se composaient d'un support en bronze pourvu d'une lame d'argent incrustée à la face supérieure ou dans le plan des fibres neutres. Cette incrustation présente des inconvénients et il est désirable de construire des règles d'une seule pièce; il faut, pour cela, employer un métal d'un prix peu élevé, suffisamment inaltérable et assez dur pour permettre de recevoir un bon poli et des traits fins. La longueur d'une règle ne doit pas varier avec le temps et il est, de plus, désirable que la dilatation soit faible et le module d'élasticité élevé.

Les recherches ont porté sur le bronze phosphoreux, le bronze d'aluminium, le bronze blanc (35 Ni, 65 Cu) et le nickel. Les deux premiers de ces métaux ne sont pas suffisamment inaltérables ; le second se raccourcit par l'action d'un recuit à 100°. Le bronze blanc, au contraire, est moins attaquable que l'argent, et le nickel conserve indéfiniment un beau poli dans l'eau, et même dans la vapeur d'eau bouillante ; ces deux métaux se polissent et se tracent admirablement. Leurs modules d'élasticité sont respectivement de 15 500 et 21 700 $\frac{kg}{mm^2}$; leurs dilatations sont données par :

Bronze blanc

$$l_t = l_0(1 + 0{,}000\,014\,58t + 0{,}000\,000\,006\,6t^2)$$

Nickel

$$l_t = l_0(1 + 0{,}000\,012\,58t + 0{,}000\,000\,006\,5t^2)$$

Le nickel répond à tous les desiderata ; malheureusement, il est très difficile d'obtenir des barres parfaitement exemptes de piqûres ; en attendant que l'industrie les livre couramment, le bronze blanc rendra des services.

INDEX

Accumulateurs et Piles

Emploi des accumulateurs pour remplacer les piles du poste central de Paris, par V. Bélugou. — Description de l'installation d'accumulateurs du poste central télégraphique de

[1] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 726.
[2] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 729.
[3] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 732.
[4] *Comptes rendus*, tome CXVII, page 734.

Digitized by Google

Paris et étude complète de la question. (*Ann. télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

L'emploi des accumulateurs dans les stations centrales génératrices, par M. Mailloux (*suite*). — Application à une usine centrale de tramways. (*The Street Railway Gazette* des 11 et 18 novembre 1893.) — D.

Pile étalon donnant un volt de force électromotrice, par H. Carhart. — Pile au calomel, mercure, zinc et chlorure de zinc. Variations de la force électro-motrice de cette pile avec la densité de la solution du sel de zinc; possibilité d'obtenir exactement un volt; coefficient de température; courbes, tables et résultats d'expérience. (*American Journal of Science. — Illustrated electrical Review*, 18 novembre 1893.) — M. L.

Applications diverses

Bateau feu électrique. — Description du nouveau bateau feu installé par les Etats-Unis à « Confield Point »; huit lampes à incandescence sont placées séparément dans des lanternes fixées aux sommets de deux mâts en deux groupes de quatre. Deux dynamos actionnées directement par leur moteur alimentent les lampes, un dispositif automatique d'interrupteurs permet d'obtenir des éclats et des éclipses d'une valeur déterminée. (*Illustrated electrical Review*, 11 novembre 1893.) — M. L.

Horloge électrique avec sonnerie. — Deux petits moteurs électriques commandés par une pendule régulatrice servent le premier à mouvoir l'aiguille des minutes, le second le mécanisme de sonnerie. Les circuits n'étant fermés que pendant un temps très court et se rompant d'eux-mêmes à chaque fois, il est possible d'employer des piles quelconques fonctionnant en circuit ouvert. (*Illustrated electrical Review*, 18 novembre 1893.) — M. L.

Canalisations électriques. — Fils. — Cables

Troisième note sur des mesures de capacité, de self-induction et d'induction mutuelle effectuées sur les lignes aériennes, par E. Massin. — Résultats des expériences entreprises par l'auteur et comparaison des résultats fournis par l'expérience avec les chiffres déduits des formules théoriques. — M. Massin conclut en disant : « Nous connaissons les constantes électriques des circuits métalliques de fer et de cuivre tant qu'ils sont soustraits à l'influence de la terre, et nous possédons, par conséquent, la capacité, la self-induction, etc... des circuits téléphoniques interurbains. Mais nous sommes moins avancés pour la self-induction des fils télégraphiques; nous savons simplement que, pour un fer de perméabilité donnée, la self-induction du fil est supérieure à un minimum qu'il est aisé de calculer et qui dépend d'ailleurs de la hauteur du fil au-dessus du sol. Enfin nous sommes fixés sur la capacité des fils et sur la variation de cette quantité avec l'état d'isolement de la ligne. » (*Ann. télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

Sondages effectués dans l'Océan Pacifique par la marine des Etats-Unis. — Résultat des opérations effectuées à la fin de 1891 par les navires l'*Albatros* et la *Thétis* entre la Californie et les îles Hawaï dans le but de déterminer le tracé d'un câble sous-marin. (*Ann. télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

Gutta-percha américaines, par le Dr Lucien Morisse (*suite*). — Etude de diverses espèces américaines découvertes par l'auteur; mode d'exploitation et préparation du suc obtenu. (*Ann. télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

Pose des conducteurs dans les habitations système Pesohel (*fin*). — (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 5.) — D.

Divers

L'aluminium, sa fabrication et ses différents emplois au point de vue de l'art de l'ingénieur. — Analyse d'un mémoire publié par M Hunt dans le *Journal of the Franklin Institute*. (*Annales télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

Dynamos, Moteurs, Transformateurs

Notes de laboratoire, par J. Patten (*suite*). — Obtention des courants de haute fréquence par des procédés mécaniques. — Description d'une expérience réalisant, au moyen de machines spéciales, le procédé de multiplication de la fréquence indiqué par M. Weaver et qui consiste à employer des alternateurs accouplés dont le premier est excité par un courant continu, le second par le courant alternatif du premier, etc. (*Electrical World*, 18 nov.) — E. M.

Les transformateurs à l'Exposition de Chicago, par M. Mayer. — Transformateurs Westinghouse. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er décembre 1893.) — D.

Machines à courants triphasés de la maison Siemens et Halske de Berlin (*fin*). — Transformateurs. Installation. Station primaire, conducteurs à longue distance, station secondaire. Transformateur pour une lampe à arc. (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 5.) — D.

Éclairage électrique, Stations centrales

Résultats d'exploitation de l'usine municipale de Cologne pendant l'exercice du 1er avril 1892 au 31 mars 1893. (*Elektrotechnische Echo* du 18 novembre 1893.) — D.

Système de conducteurs et appareils pour stations centrales électriques, par le Dr Martin Kallman (*suite*). — Appareils de contrôle, révélateurs de terre, isolement. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er décembre 1893.) — D.

L'éclairage électrique à Dieppe. — Description de la station centrale qui vient d'être terminée. (*Lumière électrique*, 2 déc. 1893.) — A. M.

La station centrale de Fürstenfeild-Bruch, par O. von Miller. — Description de l'installation qui utilise une force motrice hydraulique avec emploi du courant alternatif. (*Lumière électrique*, 2 déc. 1893.) — A. M.

Digitized by Google

Stations centrales urbaines avec moteurs à gaz et batteries d'accumulateurs, par Uppenborn. — Sous ce titre est parue récemment une brochure, émanant de la Société des accumulateurs d'Aix-la-Chapelle et traitant de l'érection d'une station unique pour alimenter, par le procédé susmentionné, une ville de 70 000 à 150 000 habitants. Les calculs sont fondés sur la courbe de consommation pendant vingt-quatre heures d'une journée où la charge est la plus forte. Cette courbe donne la consommation moyenne des usines à gaz de Dresde, Magdebourg, Brême, Carlsruhe et Aix-la-Chapelle.

L'usage des accumulateurs réduit l'installation du matériel au 5/8 de ce qu'il serait sans cet intermédiaire, et de plus les machines travaillent toujours dans les conditions les plus favorables.

Le projet prévoit deux stations pourvues chacune de trois moteurs à gaz de 120 chevaux dont 1 est de réserve. Chacune est capable d'alimenter 7570 lampes de 16 bougies à incandescence brûlant simultanément, soit au total 15 140 lampes, ce qui en suppose 22 710 de reliées.

Frais de premier établissement et d'exploitation, dividendes. Le système préconisé peut avoir des avantages pour les villes qui possèdent des usines à gaz. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1er décembre 1893.) — D.

La station centrale Edison de San-Francisco. — Description avec plans et gravures de cette station centrale, qui comprend actuellement quatre groupes générateurs, un de deux dynamos de 100 kilowatts accouplées directement sur un seul moteur à pilon, et trois de deux génératrices de 200 kilowatts chacune conduites de la même façon. Les moteurs sont à triple expansion. (*Illustrated electrical Review*, 11 novembre 1893.) — M. L.

L'usage des accumulateurs comme générateurs secondaires ou comme régulateurs dans les stations centrales, par O. Mailloux. — Suite et fin d'une étude sur les avantages de l'emploi des accumulateurs d'après des diagrammes pris dans diverses conditions de fonctionnement. Cas particuliers où la puissance est utilisée à la traction des tramways ou produite par une force hydraulique. (*Illustrated electrical Review*, 11 novembre 1893.) — M. L.

Électricité générale. — Recherches théoriques et expérimentales

Nouvel exposé de la théorie des phénomènes électriques et magnétiques, par Vaschy. — Les principaux points exposés dans cette note sont les suivants:

1° Possibilité *a priori* de l'explication des actions magnétiques et électriques par l'intervention de deux systèmes de forces à distance;

2° Démonstration du théorème ainsi énoncé: Dans un champ électrique ou magnétique quelconque, constant ou variable, à un instant quelconque t, la répartition de la force électrique ou magnétique f, aux divers points, est identique à la répartition de la force que développerait l'ensemble: 1° d'un système de masses électriques ou magnétiques agissant à distance suivant la loi de Coulomb; 2° d'un système de masses vectorielles électriques ou magnétiques agissant à distance suivant la loi de Laplace:

$$f = \left(\frac{\mu \sin \theta}{r^2}\right)$$

3° Application du théorème précédent au champ électrique;

4° Application au champ magnétique d'un courant permanent;

5° Application aux mouvements vibratoires d'un corps élastique;

6° Sur la direction et la vitesse hypothétique du déplacement des masses électriques. (*Ann. télégraphiques*, juillet-août 1893.) — A. M.

Oscillations électriques dans les conducteurs cylindriques, par J. Blondin (*suite*). — Dans ce deuxième article, l'auteur étudie la propagation des oscillations. (*Lumière électrique*, 2 déc. 1893.) — A. M.

La force diélectrique des diélectriques solides, liquides et gazeux, par A. Macfarlane et W. Pierce. — Comparaison des distances explosives dans l'air, l'huile de kérosène et le papier imprégné de paraffine et de cire. Dans les liquides, la force diélectrique est constante, ou le potentiel explosif proportionnel à la distance. (*Physical Review*, nov.-déc. 1893.) — E. M.

Discussion générale de l'équation du courant dans des circuits agissant inductivement et ayant de la capacité, par F. Bedell et C. Crehore (*suite*). — Dans ce travail présenté au Congrès de Chicago, les auteurs, après avoir établi les équations générales, traitent divers cas particuliers. (*Phys. Rev.*, nov.-déc. 1893.) — E. M.

Étude de variations rapides de potentiel au moyen d'un voltmètre enregistreur, par S. Moler. — L'auteur emploie un voltmètre à aimant permanent dont l'aiguille a une période d'environ 1/100 de seconde et dont les indications sont reportées sur un cylindre tournant recouvert de noir de fumée. (Voir *Proceeding of the american Institute of Electrical Engineers*, juin 1892.) Avec cet appareil, il étudie les phénomènes suivants:

Renversements successifs de la polarité d'une dynamo en série actionnant un moteur à excitation indépendante;

Variation du potentiel entre le charbon d'une lampe, au moment de la mise en marche. (*Phys. Rev.*, nov.-déc. 1893.) — E. M.

Les irrégularités des courants alternatifs, par F. Redell, K. Miller et G. Wagner. — Etude expérimentale des irrégularités dans la forme de la courbe de courant ou de force électromotrice de diverses machines. L'onde positive diffère de l'onde négative et les ondes successives ne sont pas identiques. Ces effets sont surtout remarquables dans les petites machines. (*Phys. Rev.*, nov.-déc. 1893.) — E. M.

Instruments et Méthodes de mesure
Photométrie

Sur un appareil à mesurer les différences de phases des courants alternatifs et sur

Digitized by Google

quelques mesures exécutées avec cet appareil, par le prof^r J. Puluj. — Description de l'appareil. Sa théorie. Représentation objective des courbes de l'inducteur de phase par la méthode de Lissajous. Détermination de la différence de phases de deux courants à l'aide d'un électrodynamomètre. Essai avec une bobine à double enroulement avec transformateur. (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 1^er déc. 1893.) — D.

Téléphonie

Téléphone magnétique perfectionné. — Ce téléphone, inventé par M. Stephen Field, pourrait, paraît-il, supporter la comparaison avec les téléphones à microphone. Le son aurait été transmis nettement jusqu'à une distance de 150 km; le principe de l'appareil est l'extrême mobilité de l'armature des électros polarisés par suite de son mode de connexion avec le diaphragme vibrant qui ne joue qu'un rôle mécanique. (*Illustrated electrical Review*, 18 novembre 1893.) — M. L.

Traction électrique

Téléphones et tramways électriques, par Devaux. — Considérations sur la clause protectrice que les Compagnies de téléphones demandent au *Board of Trade* de sanctionner. (*Ann. télégraphiques*, juil.-août 1893.) — A. M.

Les tramways électriques, par Carl Breithaupt. — C'est la suite d'un article dont le commencement a paru dans le numéro du 7 octobre du même journal et qui donne la relation d'une communication lue à l'Association électrique canadienne.

L'auteur examine les différents systèmes d'installation par lignes aériennes, par conduites souterraines, les systèmes à induction. Indication de chiffres de rendement final dans diverses conditions et circonstances. (*The Street Railway Gazette* du 11 nov. 1893.) — D.

Quelques nouveautés dans les applications du trolley. — Mode de suppression du fil conducteur. Croisements. (*The Street Railway Gazette*, 11 nov. 1893.) — D.

Les instruments de mesure de Weston dans les usines centrales de tramways. — Conditions auxquelles les appareils doivent satisfaire. (*The Street Railway Gazette*, 11 nov. 1893.) — D.

Les instruments de mesure de Weston dans les usines centrales de tramways (*suite*). — Description des ampèremètres et indication du mode de montage. Méthode de calcul et formules. (*The Street Railway Gazette* du 18 nov. 1893.) — D.

La locomotive Sprague de 1 000 chevaux. — Construite par la « North american Company » sous la direction technique de MM. Sprague, Duneau et Hutchinson. (*The Street Railway Gazette*, 18 nov. 1893.) — D.

Joint de rails, système Stever. — La jonction des rails entre eux est un problème qui préoccupe beaucoup les directeurs de tramways électriques. Le système susmentionné est le résultat de nombreuses années d'essai. (*The Street Railway Gazette*, 18 nov. 1893.) — D.

Chemins de fer et tramways électriques, par G. Richard. — Analyse des communications faites à la réunion annuelle de la « New-York Street Railway Association ». (*Lumière électrique*, 2 déc. 1893.) — A. M.

Étude technique sur la traction des tramways, par E.-H. Sperby. — Considérations générales; diagrammes divers, résultats d'essais sur les coefficients de traction dans divers cas, étude des divers modes de transmission entre les moteurs et les roues. (*Illustrated electrical Review*, 11 novembre 1893.) — M. L.

Transport de l'énergie

L'installation électrique aux chutes du Niagara, par un correspondant spécial. — Conditions du projet à exécuter. (*Elektrotechnische Rundschau*, cahier 5.) — D.

Pompe de mine mue par l'électricité. — Description d'une machine de pompage installée par la « General electric Company » avec un moteur de 75 kilowatts. (*Illustrated electrical Review*, 18 novembre 1893.) — M. L.

BIBLIOGRAPHIE

Standard Tables for electric Wiremen [Tables pour trouver le diamètre des conducteurs à employer dans les canalisations électriques], par Charles M. Davis, 4^e édition revue et corrigée, par W.-D. Weaver.

Un petit volume de 128 pages, relié en maroquin. Prix : 1 dollar. (*New-York, W.-J. Johnston Company, éditeurs.*)

La troisième édition de ce petit livre si utile ayant été épuisée quelques mois à peine après son apparition, les éditeurs ont dû en publier une quatrième qui a reçu de notables additions.

On y trouve entre autres le nouveau texte des règles et instructions pour les installations d'éclairage et de transport de l'énergie, règles qui ont été rédigées par la « Underwriter's international electric Association » et sont maintenant adoptées dans presque tous les États-Unis.

Une autre addition à signaler est celle qui concerne le calcul des fils pour les courants alternatifs.

L'exactitude des calculs et des renseignements contenus dans ce volume le rendent très précieux et il sera utilement consulté par tous les ingénieurs électriciens qui sont familiarisés avec la langue anglaise.

Indépendamment des tables pour le calcul des

Digitized by Google

conducteurs, on y trouve un grand nombre d'autres renseignements d'un usage journalier.

A. M.

Referendum des ingénieurs. Enquête sur l'enseignement de la mécanique, par M. V. DWELSHAUVERS-DERY, professeur de mécanique appliquée à l'Université de Liège, et M. Julien WEILER, ingénieur du matériel des charbonnages de Mariemont et de Bascoup.

(*Liège, Marcel Nierstrasz*, 1893.)

La vogue est aux referendums. Ce mode de consultation est appliqué à tous les sujets, qu'ils soient plaisants ou ennuyeux, futiles ou humoristiques, ou même simplement sérieux et utilitaires. Il n'a de valeur et n'est productif d'enseignements que lorsqu'il s'adresse à des catégories de personnes réunissant, à un égal degré, un solide développement intellectuel et des connaissances spéciales afférentes à l'ordre de question posée. Le bon sens, l'expérience et, le dirai-je, une certaine tournure d'esprit orientée vers le scepticisme sincère sans ostentation et qui ne doit, en aucun cas, servir de prétexte à cacher notre ignorance, conviennent singulièrement à l'avènement, à la maturité des idées justes.

Donc, nous sommes en présence d'un referendum et celui-ci très sérieux, institué dans les conditions du succès les meilleures.

Depuis vingt ans — longue étape déjà — M. Dwelshauvers-Dery, dont nous avons suivi le cours de mécanique appliquée professé aux écoles spéciales des ingénieurs de Liège, poursuit avec une louable et infatigable ardeur une campagne en faveur de l'instauration de *laboratoires de mécanique*, dans les écoles où se prépare le recrutement des ingénieurs. Il a voulu connaître, à cet égard, l'opinion des illustrations scientifiques, des notabilités et notoriétés industrielles. L'intéressant volume que nous présentons à nos lecteurs a été composé avec les résultats de cette enquête. Tous ces témoignages vivants, rendus dans la forme concrète et précise où l'auteur les a reçus, constituent une confirmation éclatante de la thèse que le professeur a si bien défendue dans une série de plaidoyers convaincants.

Le caractère purement abstrait de l'enseignement est un mal dont les ravages se sont étendus à une foule de professions; aussi bien des personnes étrangères à l'industrie ont-elles été invitées à donner leur avis. Les définitions recueillies ont été réparties en trois groupes :

1° Professeurs de l'enseignement technique, ingénieurs et industriels;

2° Enseignement autre que technique : professeurs à tous les degrés; professions libérales et diverses;

3° Articles de journaux.

Vous tous qui avez eu le bonheur de jouir des relatifs bienfaits d'un enseignement technique quelconque, méditez les pages attachantes de cette enquête. Vous n'y trouverez pas assurément le remède au mal actuel dont nous souffrons tous, pour ainsi dire, dans l'exercice de notre profession d'ingénieurs; mais, si vous êtes doués de nobles sentiments altruistes, vous y puiserez un encouragement et un adoucissement à la pensée que vos successeurs sur les bancs des écoles seront plus généreusement partagés.

Il n'est pas douteux, en effet, qu'après la seule conclusion logique tirée du rapprochement des témoignages émanant des hommes les plus compétents et qui consiste à déclarer que : *les laboratoires de mécanique sont le complément indispensable de toute école d'ingénieurs*, les gouvernements, d'une part, l'initiative privée, d'autre part, cédant à la pression de revendications légitimes, ne s'efforcent de faire surgir les ressources nécessaires à la création de pareilles institutions.

Terminons par quelques mots concernant le plan du volume.

La première partie a pour titre : *les laboratoires de mécanique et les écoles techniques supérieures*, au cours de laquelle est tracé le tableau du développement historique de cette institution, est dressé son état actuel chez les diverses nations civilisées et où est montrée l'opinion universellement régnante aujourd'hui dans l'examen de cette matière.

Les chapitres ont trait au Conservatoire des arts et métiers de Paris, à la question du laboratoire devant le Congrès de mécanique appliquée de Paris en 1889, à l'enquête de l' « Institution of civil Engineers » de Londres 1868-70), à un coup d'œil sur l'histoire des écoles techniques, à l'enquête du professeur Kennedy sur l'institution des laboratoires de mécanique (1886), à un aperçu historique sur les laboratoires de mécanique, enfin résumé et conclusions.

La proposition énoncée en ces termes : *Ce qui manque au jeune ingénieur*, dans une lettre adressée à M. Dwelshauvers par M. J. Weiler, nous paraît mal posée. N'eût-il pas été plus court de dire, sous cette forme ainsi généralisée : *Ce qui manque dans l'organisme des écoles appelées à former l'esprit du jeune ingénieur?* Après tout, de quoi nous mêlons-nous? Chacun pose les questions comme il les entend.

La seconde partie du livre renferme les attestations du referendum proprement dit, suivies d'une notice bibliographique complémentaire.

A notre tour, oserons-nous permettre d'insérer notre avis dans la foule des autres?

Toute méthode d'enseignement judicieuse, tous moyens rationnels qui ont pour objet et pour résultat d'exercer la pensée, sans la torturer, en limitant le champ où doivent évoluer les connaissances scientifiques, sont recommandables.

Apprendre à voir, à observer, à juger, à analyser, voilà le secret d'une bonne méthode. Et, surtout, craignons que les examens ne la corrompent, en jugulant la faculté d'observation et de raisonnement.

Les laboratoires, personne n'est autorisé à y contredire — toutefois faut-il s'entendre sur l'étendue de leur action, — sont un élément précieux de succès et de progrès; mais, en retour, n'hésitons pas à pratiquer de larges coupes sombres dans la matière et dans les modes surannés d'enseignement. Les programmes d'étude autant que les méthodes portent, en eux-mêmes, la responsabilité de la multiplication des fruits secs.

Emile DIEUDONNÉ.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 156 23 Décembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES DÉRANGEMENTS DES DYNAMOS

1. — Les dérangements qui peuvent affecter le fonctionnement régulier d'une installation électrique proviennent, soit de la dynamo génératrice, soit de la canalisation, soit des appareils d'utilisation, soit enfin de la force motrice et de l'installation mécanique. Nous ne nous occuperons ici que des dérangements provenant des dynamos génératrices.

La recherche des causes de dérangements qui peuvent survenir dans une dynamo, pendant qu'elle est en marche, est une opération délicate qu'il n'est possible de mener à bonne fin qu'à la condition de procéder méthodiquement.

Il est à peu près impossible de prévoir tous les cas particuliers qui peuvent se présenter, car il faudrait tenir compte des conditions de fonctionnement spéciales à chaque installation. Toutefois, dans la plupart des cas, un examen minutieux des divers organes de la dynamo et des essais méthodiques permettront de localiser et de réparer rapidement les dérangements qui viendraient à se produire.

La moindre négligence, un fil mal attaché ou un écrou desserré par exemple, peut devenir une cause de dérangement et même d'accident grave. D'autres causes, également simples, mais parfois difficiles à reconnaître, suffisent pour paralyser le fonctionnement d'une installation. Il suffit, le plus souvent, que le mécanicien, chargé de la conduite des dynamos, possède quelques connaissances élémentaires pour qu'il puisse, guidé par une série de règles claires et précises, remédier immédiatement à la plupart des dérangements qui peuvent survenir.

L'établissement de règles indiquant la marche à suivre pour retrouver les causes d'un dérangement est assez facile, si on considère le petit nombre d'organes dont se compose une dynamo, ainsi que sa simplicité au point de vue mécanique.

D'une manière générale, toutes les fois qu'un dérangement vient à se produire, on doit immédiatement procéder à un examen minutieux des divers organes de la dynamo; cet examen suffit, dans la plupart des cas, pour découvrir la cause du dérangement. Il est inutile d'insister sur l'intérêt qu'il y a, afin d'éviter les accidents, à entretenir les machines dynamos toujours en bon état, à veiller à ce que les godets graisseurs soient toujours garnis, à ce que la dynamo ne soit pas surchargée, etc. etc.

2. — Les divers dérangements qui peuvent affecter une machine dynamo sont les suivants :

I. — La dynamo ne donne pas de courant ;
II. — Il se produit de fortes étincelles aux balais ;
III. — Il se produit un échauffement anormal de certains organes de la dynamo ;
IV. — La dynamo produit du bruit ou une trépidation excessive pendant sa marche ;
V. — L'armature ne tourne pas à sa vitesse normale.

Nous allons examiner successivement les causes de ces divers dérangements en indiquant les moyens employés pour les caractériser et pour les réparer.

Digitized by Google

I. — LA DYNAMO NE DONNE PAS DE COURANT.

3. — Les causes qui peuvent produire ce dérangement sont les suivantes :

A]. Magnétisme rémanent des inducteurs trop faible ;

B]. Contacts défectueux ;

C]. Court circuit ou mauvais isolement dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.
- *a*). Mauvais isolement des bornes de la dynamo ;
- *b*). Mauvais isolement des porte-balais ;
- *c*). Mauvais isolement des bobines inductrices ;
- *d*). Court-circuit dans les bobines inductrices ;
- *e*). Court-circuit dans le commutateur ;
- *f*). Court-circuit en un point quelconque de la canalisation.

D]. Circuit ouvert dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.
- *a*). Interruption dans le circuit des inducteurs ;
- *b*). Interruption dans le circuit de l'armature ;
- *c*). Les balais n'appuient pas sur le collecteur ;
- *d*). Interruption dans le circuit extérieur.

E]. Inversion des bobines des inducteurs.

4. — A]. **Magnétisme rémanent des inducteurs trop faible.** — Ce dérangement est facile à constater en se servant d'un morceau de fer que l'on approche des pièces polaires ; dans ce cas le morceau de fer est peu ou point attiré.

Les causes de ce dérangement sont multiples. Il peut être dû à un courant qui a circulé dans les bobines des inducteurs en sens inverse du sens normal : par exemple, la décharge accidentelle d'une batterie d'accumulateurs, des connexions inversées, etc. L'action du magnétisme terrestre ou le voisinage d'une autre dynamo peuvent également produire le même effet.

Pour remédier à ce défaut, il faut amorcer la dynamo. A cet effet, on peut employer une autre dynamo ou une batterie d'accumulateurs, même une pile, et on fait passer le courant, dans un certain sens, à travers les inducteurs de la dynamo défectueuse. Si, après cette opération, le dérangement persiste, on fait passer de nouveau le courant dans les inducteurs, mais en sens inverse.

Lorsque la dynamo est à enroulement en série, il suffit de la mettre en marche et, lorsqu'elle a atteint sa vitesse normale, on la met en court-circuit, pendant quelques secondes seulement, en reliant les deux bornes par un fil de cuivre. Aussitôt l'amorçage obtenu, le court-circuit doit être enlevé, car, s'il se prolongeait, on risquerait d'endommager la machine.

Lorsque la dynamo est enroulée en dérivation, on ne peut procéder de la même manière, car la mise en court-circuit des bornes ou des conducteurs extérieurs ne produirait pas d'excitation ; dans ce cas, il faut détacher les conducteurs extérieurs de leurs bornes, faire tourner la machine et, dès qu'elle a atteint sa vitesse normale, rattacher brusquement les conducteurs extérieurs.

5. — B]. **Contacts défectueux.** — De mauvais contacts dans les différentes connexions de la dynamo peuvent être la cause du dérangement. Il suffit, dans ce cas, d'examiner soigneusement, les unes après les autres, toutes les connexions de l'armature et des inducteurs, de nettoyer tous les contacts au papier de verre et de resserrer toutes les vis, bornes, etc., après avoir bien décapé toutes les extrémités des conducteurs qui y aboutissent.

Lorsque le dérangement est dû à un contact défectueux dans les connexions des diverses bobines des inducteurs, on peut le reconnaître en approchant, mais sans toucher, un morceau de fer des pièces polaires. Si les contacts sont bons, le fer est attiré d'une manière uniforme par chacune des pièces polaires, tandis que, s'ils sont mauvais, l'attrac-

Digitized by Google

tion magnétique varie constamment, ce que l'on constate par les secousses ou saccades que l'on éprouve dans la main qui tient le morceau de fer.

6. — C]. **Court-circuit ou mauvais isolement dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.** — Ce dérangement est caractérisé dans les dynamos enroulées en dérivation par une aimantation faible, mais encore appréciable, des pièces polaires.

On doit d'abord rechercher si le court-circuit se trouve dans la dynamo ou dans le circuit extérieur. A cet effet, il suffit de détacher les conducteurs des bornes de la dynamo et d'intercaler une lampe à incandescence entre ces deux bornes. Si la lampe fonctionne régulièrement, le défaut est sûrement dans le circuit extérieur; dans le cas contraire, il faut le chercher dans les organes de la dynamo en procédant aux vérifications suivantes :

7. — *a*). *Mauvais isolement des bornes de la dynamo.* — L'isolement des bornes se vérifie à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre. La pile P (fig. 1) se compose de trois ou quatre éléments Leclanché, montés en tension; un des pôles de la pile est mis en communication avec la terre par l'intermédiaire d'une conduite d'eau ou de gaz, par exemple, tandis que l'autre pôle est attaché à une des bornes *b* d'un galvanomètre C; un fil d'essai, fixé à l'autre borne *b'*, est mis en communication successivement avec chacune des bornes de la dynamo. Si l'isolement est bon, l'aiguille du galvanomètre ne doit pas dévier.

On vérifie de même l'isolement de chaque borne, par rapport au bâti de la dynamo, en reliant le pôle de la pile qui était à la terre en un point quelconque du bâti et en touchant successivement chaque borne avec le fil d'essai.

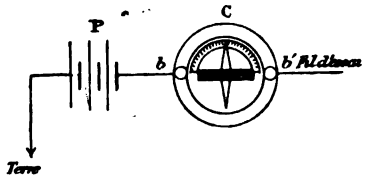


Fig. 1.

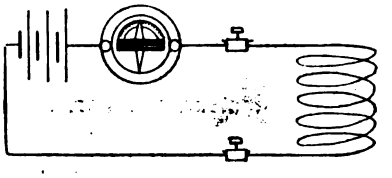


Fig. 2.

8. — *b*). *Mauvais isolement des porte-balais.* — On procède comme il vient d'être indiqué pour les bornes, en touchant successivement avec le fil d'essai chacun des porte-balais.

9. — *c*). *Mauvais isolement des bobines inductrices.* — La vérification de l'isolement des bobines inductrices, par rapport au bâti de la dynamo et par rapport à la terre, s'effectue de la même manière, avec une pile et un galvanomètre. Il faut, toutefois, avoir le soin, au préalable, de détacher les conducteurs extérieurs des bornes de la dynamo, afin d'être bien certain que le défaut se trouve bien dans la machine et non dans le circuit extérieur.

Lorsque les bobines des inducteurs sont toutes mal isolées et ont une perte à la terre par l'intermédiaire du bâti, la dynamo ne donne pas de courant. Il peut arriver aussi que l'une des bobines, seulement, soit défectueuse et, dans ce cas, la dynamo fournit du courant, mais l'intensité de ce dernier est beaucoup plus faible que l'intensité normale.

10. — *d*). *Court-circuit dans les bobines inductrices.* — Un court-circuit dans les bobines inductrices peut être aussi la cause du dérangement. On comprend, en effet, qu'une dérivation à résistance très faible entre deux points de l'enroulement ait pour conséquence d'absorber la majeure partie du courant d'excitation qui, alors, ne parcourt plus la totalité de la bobine. Il en résulte nécessairement une diminution d'intensité magnétique dans les inducteurs.

Lorsque la dynamo est enroulée en série, l'intensité du courant fourni diminue, et l'inducteur défectueux chauffe moins que celui qui est en bon état; si la dynamo est à enroulement en dérivation ou compound, les inducteurs s'échauffent.

Digitized by Google

11. — Pour trouver la bobine défectueuse, il faut mesurer séparément la résistance de chacune d'elles, après avoir détaché toutes les communications qui servent à la relier au circuit. On emploie à cet effet une caisse de résistances avec pont de Wheatstone, un galvanomètre sensible et une pile de trois à quatre éléments. Si on ne possède pas ces appareils spéciaux, on peut effectuer cette vérification en employant simplement une pile et un galvanomètre que l'on relie en tension avec la bobine à vérifier, comme l'indique la figure 2. En notant la déviation du galvanomètre pour chaque bobine, il est facile de reconnaître celle où existe un court-circuit, car elle donne une déviation bien plus grande que les autres.

12. — *e*). *Court-circuit sur le commutateur.* — Un court-circuit assez faible, dû à des poussières de cuivre établissant une communication entre plusieurs secteurs du commutateur, suffit pour empêcher la dynamo de donner du courant. Un examen minutieux de cet organe, accompagné au besoin d'essais avec la pile et le galvanomètre ou la sonnerie, permettent toujours de trouver le point défectueux.

13. — *f*). *Court-circuit en un point quelconque de la canalisation.* — Nous avons déjà indiqué (§ 6) le moyen de reconnaître si le court-circuit se trouvait dans la dynamo ou dans le circuit extérieur. Pour localiser le dérangement, si l'essai a fait reconnaître qu'il se trouvait dans le circuit extérieur, on replace brusquement les conducteurs, que l'on avait détachés, dans leurs bornes respectives et, à l'endroit défectueux, le coupe-circuit fusible, s'il y en a, fondra ou, dans le cas contraire, le conducteur chauffera et alors son enveloppe isolante pourra brûler. Cet essai, naturellement, doit se faire en prenant les plus grandes précautions, afin de ne pas mettre le feu au bâtiment, accident qui pourrait se produire, soit par la production de fortes étincelles, soit par la fusion d'un conducteur à l'endroit défectueux.

14. — Si le court-circuit était considérable, il est probable qu'au moment où on rattacherait les conducteurs aux bornes de la dynamo en marche, la courroie tomberait de la poulie. Dans ce cas, le dérangement serait facilement découvert à l'aide d'une pile et d'un galvanomètre en procédant comme il suit :

On commence d'abord par mettre toutes les lampes ou autres appareils d'utilisation hors du circuit en détachant les conducteurs qui y aboutissent et les laissant suspendre, de manière à ce qu'ils soient isolés et ne touchent nulle part. Cela fait, on amène les conducteurs de la pile P (fig. 3), l'un au point de départ du conducteur principal *m*, l'autre à la borne *g* d'un galvanomètre G ; un second fil relie la borne *g'* à l'autre conducteur principal *n*. Si la canalisation est en bon état, le galvanomètre ne doit pas dévier, les deux conducteurs du circuit principal étant isolés l'un de l'autre et détachés de leurs bornes sur le tableau de distribution. Dans le cas contraire, en supposant, par exemple, qu'il y ait un court-circuit en *xy*, il faut détacher, à chaque point de raccordement, les conducteurs de tous les circuits secondaires ; cela fait, on procède d'abord à l'essai du circuit principal, puis, successivement, à celui de chacun des circuits secondaires *op*, *qr*, *st*. Une fois le défaut localisé sur la section *qr*, il est facile de le trouver et de le réparer.

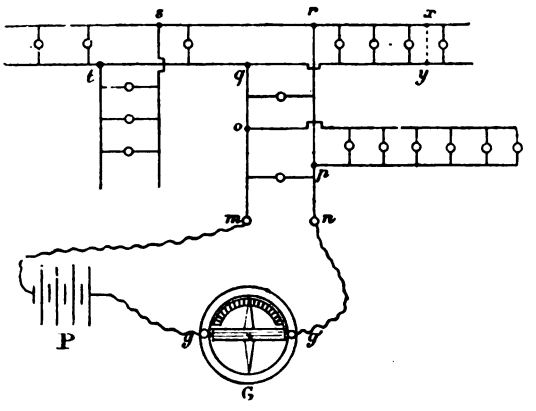


Fig. 3.

Digitized by Google

Dans le cas où l'essai ferait reconnaître que la canalisation est en bon état, il faudrait chercher le défaut entre ce point et l'extrémité des conducteurs qui aboutissent à la dynamo. On procéderait comme il vient d'être indiqué pour trouver le dérangement, soit dans les conducteurs qui relient la dynamo au tableau de distribution, soit dans le tableau de distribution lui-même.

15. — Un court-circuit assez faible, comme celui qui se produit quelquefois dans les supports de lampes à incandescence, est suffisant pour empêcher la dynamo de donner du courant.

Aussi est-il indispensable, avant de rattacher les conducteurs aux appareils d'utilisation, lorsque les essais n'ont pas fait découvrir le dérangement dans le tableau de distribution ou dans la canalisation, de vérifier minutieusement les divers appareils en faisant, au besoin, des essais avec la pile et le galvanomètre ou avec la pile et une sonnerie. On trouve alors facilement le point défectueux.

Dans tous les cas, lorsqu'un court-circuit se trouve dans le circuit extérieur, il faut isoler ce dernier de la dynamo jusqu'à ce qu'il soit réparé.

(*à suivre.*) J.-A. MONTPELLIER.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A LONDRES

(*suite*[1])

Avant d'entrer dans l'étude des stations centrales établies à Londres, il est bon que nous disions quelques mots sur les conditions d'exploitation de ces stations.

Pour certaines Compagnies londonniennes, les courbes de débit ont sensiblement la même allure en temps normal que celles des secteurs parisiens ; pour certaines autres compagnies, au contraire, les maxima ont lieu à des moments de la journée correspondant aux heures de jour, et la soirée ainsi que la nuit ne représentent qu'une faible partie du débit des stations. Cette différence de régime ne provient uniquement que de la conformation même des districts concédés aux compagnies. Les compagnies éclairant le West-End et les quartiers du Sud-Ouest ont à effectuer un service régulier, à peu près semblable à celui de toutes les autres villes du continent; au contraire, les compagnies d'électricité chargées de l'éclairage de la Cité présentent dans leur régime de marche cette particularité que les heures de nuit constituent pour elles le repos, relatif il est vrai, des stations.

La période hivernale, à cause de ses brouillards spontanés, crée, pour toutes les stations centrales de Londres, une nécessité absolue d'avoir ou des batteries d'accumulateurs capables d'assurer le débit maximum du réseau pendant une heure, ou des usines aménagées de telle sorte qu'en un quart d'heure toutes les unités mécaniques puissent être mises en mouvement.

Quatre ou cinq fois par an, il tombe des brouillards, produisant une telle baisse de la lumière du jour que partout on est obligé d'allumer les lampes. Ces brouillards, qui persistent assez fréquemment pendant plusieurs jours, s'abattent quelquefois en quelques minutes et font ainsi passer brusquement de zéro au maximum le débit des stations électriques.

Nous allons examiner maintenant les installations de la *Metropolitan Electric Supply Company*.

[1] Voir *Électricien*, n° 151, p. 333.

Digitized by Google

Installations de la « Metropolitan Electric Supply Company »

Cette Compagnie, fondée en juin 1888, s'est rapidement développée, sous l'intelligente initiative de l'ingénieur en chef, M. Frank Bailey. Aussitôt son établissement, la société fusionna avec la « Whitehall Electric Supply Company », et se substitua à cette dernière, dans les contrats qu'elle avait passés pour l'éclairage de l'hôtel Victoria, des bains turcs de Charing Cross, et du grand pâté de maisons connu sous le nom de Whitehall Court.

Sans entrer dans de grands détails sur le secteur concédé à cette Compagnie, et qui est représenté (planche I), nous voyons qu'il est très étendu et qu'il comprend les quartiers de Paddington, Marylebone, Regent's Park, Soho, Saint-Giles, le Strand et Holborn. C'est le plus important de Londres, comme étendue, après celui de la « London Electric Supply Corporation ».

Les usines, toutes urbaines, sont au nombre de six. Elles sont désignées sous les noms de Manchester Square, Rathbone Place, Sardinia Street, Whitehall, Waterloo Wharf et Saint-Peter's Wharf.

La rapidité du développement de cette Société montre la faveur dont jouit en ce moment l'éclairage électrique à Londres. L'extension qu'elle a prise l'année dernière

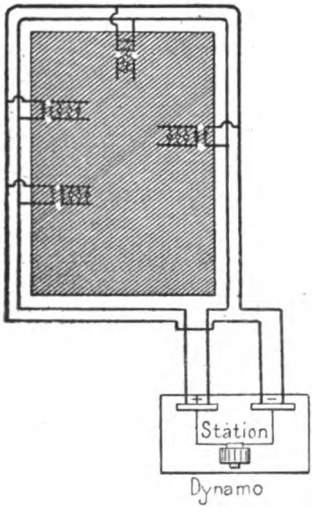


Fig. 1.

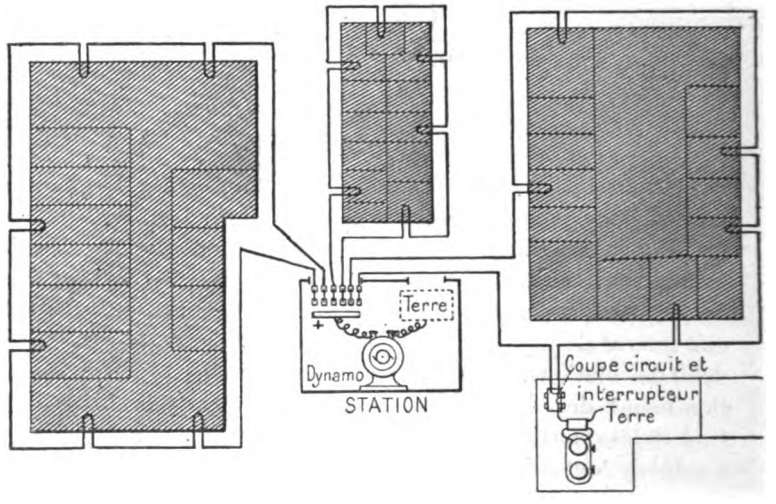


Fig. 2.

semble vouloir se continuer actuellement, et on presse le plus possible l'extension des stations. Le nombre des lampes en service atteint aujourd'hui le chiffre de 157 000.

Nous avons dit, en commençant, que la « Metropolitan Electric Supply Company » s'était fusionnée avec la « Whitehall Electric Supply » dont elle avait pris la station de Whitehall ; cette dernière Société n'avait pas, à proprement parler, un système d'éclairage à elle propre, si bien que son usine a été faite, en quelque sorte, de bric et de brac, quoique étant uniquement composée de matériel de premier ordre. Elle est disposée pour produire du courant continu à basse tension, que l'on distribue dans un très faible rayon au moyen de feeders, régularisés par des batteries d'accumulateurs.

Nous préférons donc étudier le type normal des stations de la « Metropolitan Electric Supply Company », et nous allons d'abord examiner l'usine de Sardinia Street, que l'on considère comme station type, de la capacité de 25 000 lampes, et dont la planche II montre une vue intérieure de la salle des dynamos.

Digitized by Google

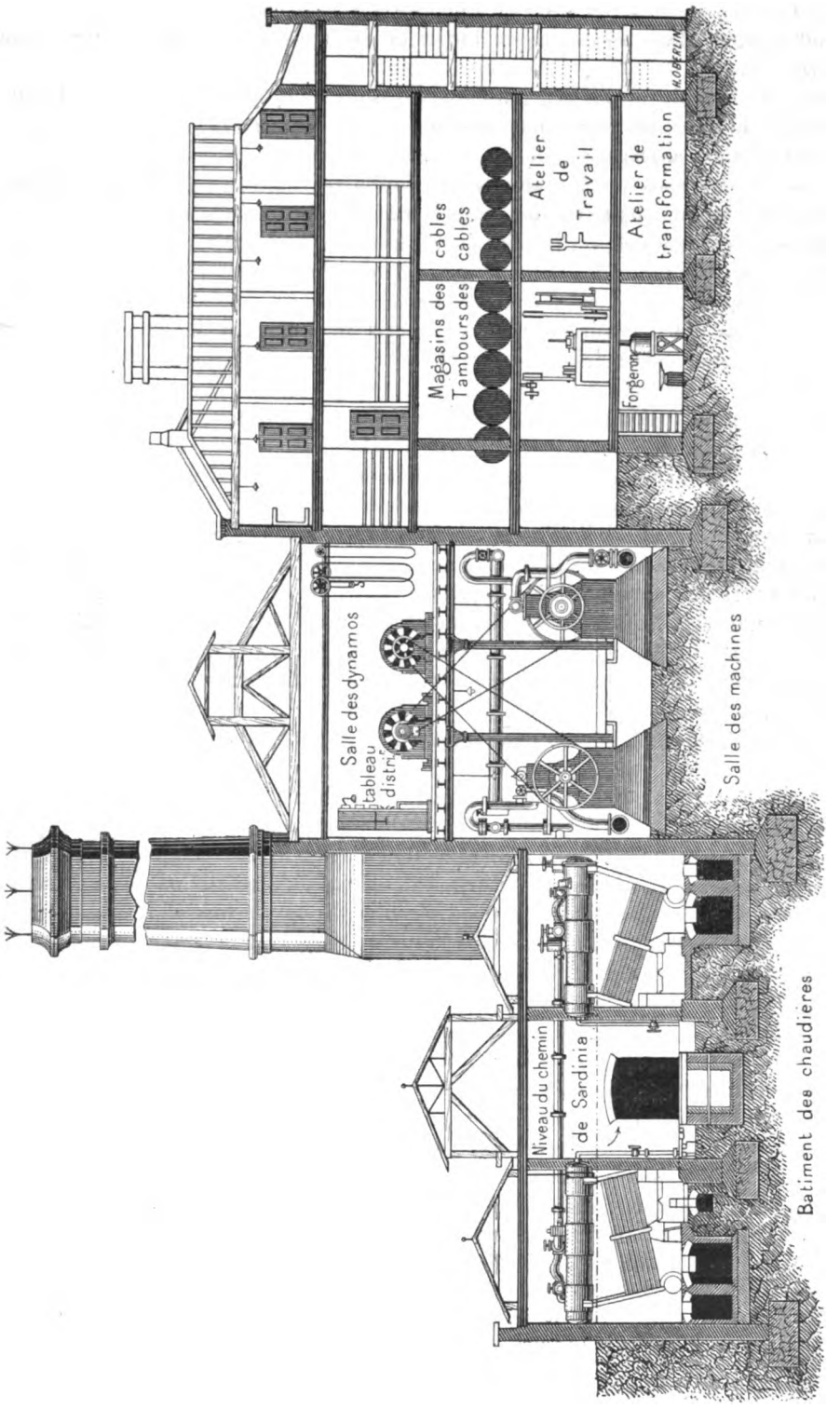


Fig. 3.

Digitized by Google

On a adopté, dans cette station, le système Westinghouse dans son entier, tel qu'il fonctionne dans plusieurs villes d'Amérique, sans y rien changer.

Avant d'entrer dans les détails de l'installation, nous dirons quelques mots sur ce système d'éclairage.

Il consiste à employer des courants alternatifs de haute tension, 1 000 à 1 500 volts généralement, que l'on distribue, par deux fils, à des *home transformers* placés en dérivation de la manière suivante :

Toutes les dynamos de la station étant couplées en quantité, chacun des balais de chaque dynamo est connecté avec une barre commune placée sur le tableau de distribution.

Le district que doit éclairer la station est divisé en un certain nombre de groupes, en un certain nombre de pâtés de maisons, qu'on entoure avec deux câbles de la façon indiquée par la figure 1. Les deux bouts de chaque câble étant reliés à la même barre du tableau de distribution, on voit qu'on peut couper à un endroit quelconque les deux câbles principaux sans pour cela priver de courant les transformateurs placés en dérivation sur tout leur parcours.

Ce système de distribution peut s'effectuer avec un seul câble en mettant un pôle des dynamos à la terre, ainsi qu'une des bornes du circuit primaire de transformateurs (fig. 2). Quoique ceux-ci soient toujours placés hors d'atteinte du public, ce système n'est pas sans présenter quelques dangers et le Board of Trade n'en a pas autorisé l'installation.

Dans chaque endroit où l'on a installé un transformateur, on a placé chez le client un interrupteur et un plomb fusible. Sur le circuit primaire, chaque abonné, lorsqu'il veut prendre du courant, est donc obligé de fermer son interrupteur principal ; ce procédé a pour avantage, lorsqu'il existe des pertes à la terre dans les installations particulières, de limiter les dérivations parasites à la durée de l'éclairage. De plus, la présence du plomb fusible sur le primaire est une garantie contre un excès de débit ou un court-circuit sur le secondaire.

Passons maintenant à l'étude détaillée de la station de Sardinia Street.

L'usine est située dans le quartier de Saint-John-in-the-Fields et le district qu'elle éclaire normalement est compris entre Holborn Street et le Strand. Nous disons : district qu'elle éclaire normalement, car, dans l'étude de toutes les stations de la Metropolitan Company, on a prévu le cas d'immobilisation de l'une d'elles et arrangé les choses de telle façon que toutes les autres puissent fournir au district de la station hors de service le courant que celle-ci produisait en service régulier. Nous verrons par la suite comment cette solidarité entre toutes les stations de la compagnie a été obtenue.

Les bâtiments de la station de Sardinia (fig. 3) ont été construits sous la direction de M. Robert Walker, et l'installation mécanique effectuée suivant les indications données par la « Westinghouse Electric Company ».

En ce qui concerne les approvisionnements de l'usine, plusieurs puits ont été forés à l'effet d'obtenir une grande quantité d'eau, et le sol d'une partie de la cour a été défoncé, par rapport au plan de la chaussée, sur une profondeur de 3 ou 4 mètres, afin d'y établir un stock de 400 à 500 tonnes de houille au niveau du carreau des chaufferies.

L'ensemble de l'appareil évaporatoire est constitué par douze chaudières Babcok et Wilcox, dont sept sont placées d'un côté de la salle et cinq de l'autre ; cette salle a son parquet à 2,75 m au-dessous du niveau de la chaussée de la rue. Chaque chaudière est du type de 210 chevaux indiqués à raison de 20 kg de vapeur par cheval. La pression initiale est 8 atmosphères et l'alimentation s'effectue au moyen des pompes directes Worthington. La tuyauterie a été étudiée en vue de laisser à chaque chaudière son autonomie, tout en leur permettant au besoin de se prêter assistance l'une l'autre en cas d'immobilisation.

Malgré l'abondance relative de l'eau fournie par les puits, on a été forcé d'en récupé-

Digitized by Google

rer une partie, en utilisant l'eau de condensation après l'avoir préalablement débarrassée de ses impuretés. A cet effet, on a creusé, dans la chambre de chauffe entre les deux rangs de chaudières, un bassin rectangulaire de 1,20 m de profondeur et mesurant toute la longueur de la salle. Ce bassin, construit en béton et recouvert de plaques en tôle striée, sert de bâche d'alimentation aux chaudières. Il reçoit l'eau provenant de la condensation de la vapeur d'échappement des machines, qui, en sortant des condenseurs, pénètre dans des séparateurs-clarificateurs Mac Dougall installés sur le côté de la chambre de chauffe qui ne contient que cinq générateurs.

La manutention du combustible se fait avec de petits wagonnets circulant dans le chemin se trouvant entre les deux rangs de chaudière ; l'éclairage est produit au moyen de lampes à incandescence Sumbeam.

(*à suivre.*) Ch. HAUBTMANN.

APPAREIL DE TRANSMISSION ASSERVIE

SPÉCIALEMENT APPLICABLE A LA MANŒUVRE DES RÉDUCTEURS POUR ACCUMULATEURS

Dans beaucoup de cas où l'on emploie des batteries d'accumulateurs, il est fort difficile de les placer assez près des tableaux de distribution pour qu'on puisse sans inconvénient y fixer les commutateurs réducteurs servant à régler la charge ou la décharge. Il résulterait, en effet, de cette manière de faire un développement souvent considérable de câbles à forte section, d'où dépense et encombrement, sans parler de la perte de charge occasionnée par ces conducteurs. La plupart du temps, il faut se résoudre à séparer les réducteurs des autres appareils de distribution et à les placer dans le voisinage des batteries ; dans ce cas, trois solutions se présentent pour la manœuvre des réducteurs suivant les circonstances de la charge ou de la décharge : on peut affecter à ce service un personnel spécial ; on peut encore avoir recours à un appareil automatique ; il est enfin possible de résoudre la question au moyen d'une transmission de mouvement asservie de certaines façons pour obtenir toute sécurité.

Le premier moyen est coûteux, et les cas seront peu nombreux où l'importance du service de la conduite des batteries sera telle qu'on pourra immobiliser un homme spécial ; le mécanisme automatique le mieux combiné et le plus simple est toujours sujet à caution ; aussi des trois méthodes possibles, celle de la transmission à distance nous paraît-elle la meilleure.

Nous avons décrit dernièrement l'ensemble des appareils de commande destinés à manœuvrer les commutateurs réducteurs de l'usine municipale des Halles ; nous nous proposons de donner aujourd'hui une disposition nouvelle et plus simple d'appareils employés dans le même but.

La première qualité à demander à des instruments, destinés à être manœuvrés par des gens souvent ignorants ou maladroits, est la simplicité des manœuvres à exécuter en même temps que la solidité des pièces constituant les appareils de commande.

Imbus de cette idée, nous avons pris comme transmetteur de notre système un simple commutateur bipolaire à cinq directions, représenté en A sur le schéma ci-après. Ce commutateur, formé de deux balais B-B′ pivotant autour de deux axes *oo′* et conjugués par des bielles parallèles en matière isolante, se manœuvre au moyen d'une poignée P. Les plots (1-10), (2-9), (4 5) et (6-7) sont respectivement reliés ensemble électriquement ; les plots (3-8) sont entièrement isolés. Sur la traverse, milieu du parallélogramme articulé formé par le commutateur bipolaire, est placé un talon qui peut buter à droite ou à gauche sur une

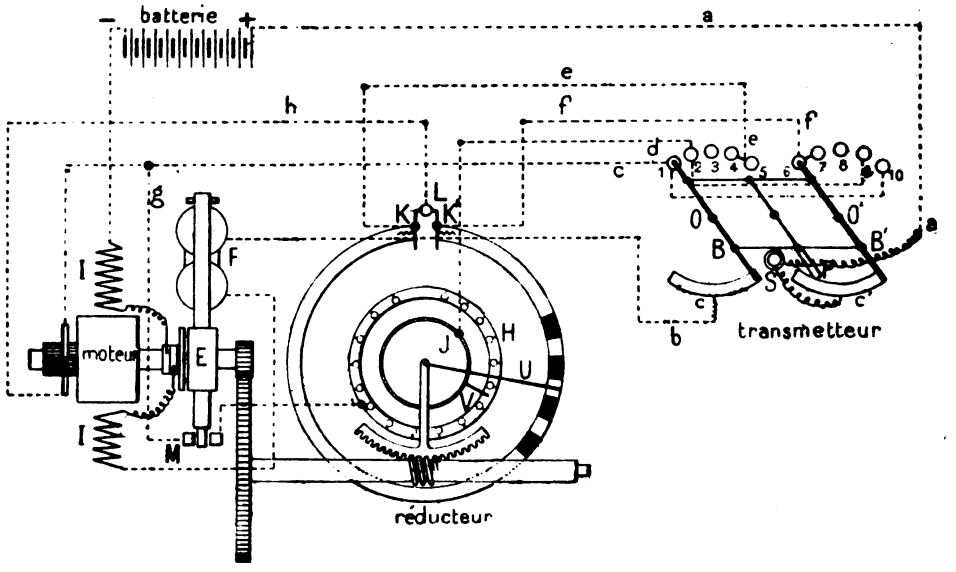
**

Digitized by Google

broche faisant saillie à travers le marbre et fixée au noyau mobile d'un solénoïde S, placé derrière et normalement au socle ; un ressort à boudin sollicite sans cesse l'armature mobile et sa tête en saillie à rentrer dans l'épaisseur du marbre en dégageant le passage du talon de la traverse.

Six fils, *abcdef*, partent du transmetteur. Le fil (*a*) part du plot de droite *c'* pour entourer la bobine *s*, puis se rend directement à un des éléments de la batterie ; le fil (*b*), relié au plot de gauche *c*, traverse successivement les bobines d'un frein électro F, un embrayage magnétique E et les inducteurs I d'un petit moteur sur l'axe duquel est monté l'embrayage magnétique ; il aboutit à un élément de la batterie assez éloigné de celui relié au fil (*a*) pour obtenir la force électromotrice nécessaire.

Le fil (*c*) part du groupe des plots (1-10) et va aboutir à un des balais de l'induit du petit moteur ; une dérivation (*h*), prise sur (*c*), communique avec une couronne de plots H reliés entre eux électriquement, mais séparés par un intervalle isolant ; sur le parcours de ce fil est disposé un interrupteur M dont le contact mobile est porté par l'armature de



l'électro-frein F de telle sorte que le circuit se rompe en M au moment où le frein agit.

Le fil (*d*) réunit le groupe (2-9) avec une couronne métallique J concentrique avec la couronne de plots H.

Les fils (*e*) et (*f*) partent respectivement des groupes (4-5) et (6-7) pour se rendre aux axes de deux interrupteurs K-K', ayant un contact commun L relié par un fil (*g*) au second balai de l'induit.

Le récepteur comprend un moteur dont l'axe porte un embrayage magnétique E ; celui-ci entraîne un pignon N qui mène une roue dentée R calée sur l'axe d'une vis sans fin en prise avec une roue striée T faisant corps avec le bras porte-contacts U d'un réducteur circulaire. Un contact mobile V, solidaire du mouvement du bras U, dont il est isolé électriquement, réunit les deux couronnes concentriques JH et établit ou non une connexion entre elles, selon qu'il porte sur un plot ou sur une partie isolée de la couronne H.

Le contact mobile V est calé de telle sorte qu'il soit dans un intervalle isolé au moment où le contact du balai du réducteur se trouve exactement au milieu d'un plot.

L'embrayage magnétique E est destiné à rendre indépendant du reste de l'appareil l'induit du moteur au moment où le courant est interrompu, de telle sorte que, l'induit continuant à tourner en vertu de sa force vive, l'appareil mené s'arrête instantanément au

Digitized by Google

moment où cesse le courant. Le frein à ressort F a pour but d'assurer cet arrêt instantané; un fort ressort applique un sabot en fibre sur un manchon fixé sur l'arbre du pignon, dès que l'électro devient inactif. L'interrupteur M, actionné par le frein F, empêche le jaillissement d'un arc au passage du contact V d'un plot de la couronne H sur une partie isolée; enfin, les deux interrupteurs K-K', dont la tige de manœuvre est placée sur le chemin du bras U, coupent automatiquement le courant quand le contact mobile du réducteur arrive au premier ou au dernier plot et s'opposent ainsi à la continuation du mouvement de cet appareil au-delà des limites permises.

L'ensemble des appareils de commande et de transmission étant ainsi décrit, il est facile de comprendre le fonctionnement du système.

L'homme chargé de la conduite des batteries au tableau de distribution surveille attentivement les indications du voltmètre; s'il veut augmenter la différence de potentiel, il manœuvrera le commutateur A de façon à mettre les balais B-B', dans la position représentée sur la figure, sur les plots 1-6. Le courant partant de la borne + de la batterie traversera le solénoïde S faisant saillir la tête de l'armature mobile de telle façon que, tant que passera le courant, il sera impossible de mettre les balais dans une autre position que 1-6 ou 2-7; arrivé en c', le courant traverse B', passe par 6 au fil (f), de là à l'interrupteur K' et, si celui-ci n'est pas ouvert, par le bras du réducteur au plot L. De L, le fil (g) conduit le courant à l'induit du moteur; à la sortie, le fil c le ramène au plot 1 et, par suite, au balai B; il retourne enfin à la batterie après avoir traversé les bobines de l'électro-frein F, celles de l'inducteur I et enfin l'embrayage magnétique E.

Sous l'action de ce courant, le moteur se met à tourner; l'embrayage magnétique étan rendu actif, le pignon devient solidaire de l'axe moteur et le système entier participe au mouvement de rotation; le sabot du frein ne s'y oppose d'ailleurs pas, car l'armature a été attirée contre ses bobines.

Le réducteur tournant, le voltage augmente; lorsque le voltmètre indique la division voulue, l'homme de veille n'aura qu'à ramener le commutateur en (2-7); il ne peut d'ailleurs faire autre chose à cause de la saillie de l'armature de S.

Par suite de la position nouvelle des balais B-B', le fil (c) n'est plus parcouru par aucun courant; toutefois, il n'y a pas eu rupture complète du circuit, car le fil (d), le contact mobile V et le fil (h) remplacent l'ancienne connexion; le mouvement continue donc jusqu'à ce que V quitte le plot de H pour tomber sur une partie isolée. Au moment où la rupture se fait en V-H, l'embrayage magnétique cesse d'être en prise en même temps que le frein se relève; le réducteur s'arrête par suite instantanément, tandis que le moteur continue à tourner quelque temps en vertu de la vitesse acquise. L'étincelle de rupture, qui avait jailli en V-H, n'a pu produire d'arc, une seconde interruption se produisant immédiatement en M.

La cessation de courant, par suite de la rupture du circuit, a laissé rentrer la tête de l'armature de S et le manipulateur redevient entièrement libre.

Les positions symétriques (5-10) et (4-9) de celles que nous venons d'étudier donnent lieu aux mêmes résultats, mais avec interversion du sens du courant dans l'induit seul du moteur, par suite du sens de la rotation.

Si nous supposons que, par suite d'une maladresse, le commutateur ne soit pas manœuvré avant le dernier ou le premier plot, l'interrupteur K' ou K sera ouvert par le bras U et le mouvement sera rendu impossible dans ce sens; il sera, au contraire, loisible de renverser la marche, le second interrupteur K ou K' étant alors fermé.

Nous avons supposé que l'organe à manœuvrer était un réducteur; il est clair que le même dispositif serait applicable dans beaucoup d'autres cas où la pièce à manœuvrer doit s'arrêter dans une position déterminée.

M. Leroy.

Digitized by Google

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

L'allongement du fer sous l'influence de l'aimantation

La divergence des résultats obtenus par deux expérimentateurs, M. A. Berget et M. Shelford Bidwel, dans l'étude des allongements que subit le fer sous l'influence de l'aimantation, a conduit M. J. Lochner à entreprendre une série d'expériences pour étudier ce même phénomène. Il a employé à cet effet un réfractomètre interférentiel de Michelson, permettant de mesurer le 1/10 de frange.

M. Lochner a trouvé que, pour un champ donné, on obtient différents allongements, dépendant de la façon dont le courant a été lancé dans la bobine.

Si le courant est augmenté graduellement en partant de zéro, on atteint, pour une certaine intensité, l'allongement maximum, une nouvelle augmentation de l'intensité provoquant une diminution de l'allongement; mais, si on diminue alors le courant d'une façon graduelle, l'allongement augmente et peut atteindre 0,05 à 0,20 m en plus de celui qui avait été primitivement obtenu.

Pour éliminer ces effets d'hystérésis, M. Lochner a fait ses expériences en augmentant graduellement le courant d'une façon continue et assez rapide.

Les résultats principaux auxquels il est arrivé sont les suivants (ils se rapportent tous à du fer doux):

1° Ils confirment la forme générale des courbes de M. Bidwell:

2° Ils montrent que l'allongement est fonction du rapport entre le diamètre et la longueur, et qu'il est à peu près directement proportionnel à la racine carrée de ce rapport (M. Bidwell avait trouvé qu'il était *inversement* proportionnel à la racine carrée du diamètre);

3° Que l'allongement est proportionnel à la perméabilité;

4° Que le courant nécessaire pour produire l'allongement maximum et le courant qui correspond à un allongement nul dépendent du rapport du diamètre à la longueur;

5° Qu'il y a deux maxima: l'un obtenu par un accroissement du courant, l'autre par une diminution à partir de ce premier maximum;

6° Ils confirment l'observation du prof. Meyer, que la première aimantation donne un allongement plus grand que la seconde et que les suivantes, et que les allongements vont en diminuant légèrement par des aimantations successives.

J. D.

Le téléphone de campagne, système Gattinger

On peut considérer comme un auxiliaire très précieux, lors des dérangements qui peuvent survenir au cours de l'exploitation d'une ligne télégraphique, un appareil transportable permettant d'établir, d'une façon simple et rapide, la communication entre deux points. Le téléphone réalise ces conditions; mais, pour pouvoir le mettre, en quelques minutes, en service, il est nécessaire qu'un dispositif approprié permette d'intercaler les postes téléphoniques sur les fils existants, sans troubler en rien le service télégraphique. Tel est le téléphone portatif ou téléphone de campagne, de Gattinger.

Les premiers essais de ce téléphone ont été faits sur les chemins de fer de l'Etat autrichien, et ont démontré d'une façon complète la sécurité de son fonctionnement et la facilité de son installation. Depuis cette époque, plusieurs grandes administrations de chemins de fer autrichiens l'ont adopté ou mis en essai.

Nous allons d'abord entrer dans quelques détails au sujet de son installation. Les courants téléphoniques, extrêmement faibles, ne sauraient

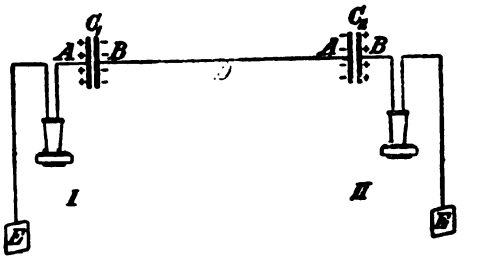


Fig. 1.

avoir une influence sur la transmission télégraphique; mais, par contre, le courant des piles troublerait à tel point un système téléphonique, branché sur les mêmes fils, qu'il serait impossible de téléphoner pendant l'émission d'une dépêche télégraphique.

Il faut donc avoir recours à un moyen permettant de neutraliser l'influence des courants de piles sur les faibles courants téléphoniques. Ce

Digitized by Google

moyen réside dans l'emploi du condensateur de Van Rysselberghe.

Si l'on intercale sur une ligne téléphonique simple (fig. 1) un condensateur C_1, C_2, devant chaque téléphone, et si l'on considère ce qui arrive pendant une alternance simple du courant, on trouve que, par exemple, une impulsion du téléphone I charge positivement l'armature A du condensateur C_1. Il s'ensuit que l'armature B a une charge négative, de même que l'armature A du condensateur C_2 avec laquelle elle communique. L'armature B du condensateur C_2 se chargera donc positivement, en déterminant dans le téléphone II un flux analogue à celui qui a traversé le téléphone I. Une impulsion inverse produirait à chaque station des charges inverses.

Si l'on considère donc une série rapide d'impulsions, comme celles auxquelles donne lieu une conversation téléphonique dans l'appareil I, on voit immédiatement que ces impulsions se répéteront dans le téléphone II.

Si, à chaque extrémité d'une ligne télégraphique, on intercale un téléphone avec condensateur,

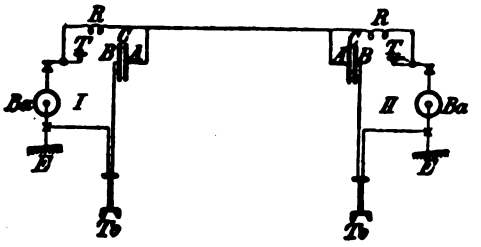


Fig 2.

comme l'indique la figure 2, et qu'on suive la marche du courant de la pile, on verra que celui-ci passe de la batterie Bα dans le manipulateur T, puis dans le relais R et, enfin, dans la ligne, sans influencer le téléphone, le circuit de celui-ci étant coupé par le diélectrique du condensateur C.

Ainsi, d'une part, le courant télégraphique ne trouble pas la transmission téléphonique et, d'autre part, ce courant suit sa marche habituelle, sans être affaibli. Toutefois, pendant l'émission d'une dépêche télégraphique, on entend dans le téléphone un léger claquement, mais qui est très faible et ne gêne en rien la conversation.

De nombreux essais ont démontré qu'en pratique il est avantageux d'employer, au lieu des condensateurs plans, représentés schématiquement (fig. 1 et 2), des condensateurs formés de deux fils isolés enroulés sur une même bobine. Ce système de condensateurs est d'une forme plus commode, et est en même temps moins sensible aux influences atmosphériques.

Il va de soi que, au lieu du téléphone simple, on emploie un système microtéléphonique.

Pour appeler le poste voisin, on ne peut, comme dans les stations téléphoniques ordinaires, se servir d'un courant de pile, qui troublerait la correspondance télégraphique. Il est nécessaire d'employer des courants très faibles. On se sert à cet effet d'une petite bobine d'induction, à courants alternatifs, qui suffit pour faire vibrer fortement la membrane d'un téléphone d'appel.

On voit facilement, d'après ce qui précède, que deux postes téléphoniques ainsi disposés peuvent être branchés entre deux points quelconques d'une ligne télégraphique et mis immédiatement en état de fonctionner, sans que le service télégraphique soit nullement troublé.

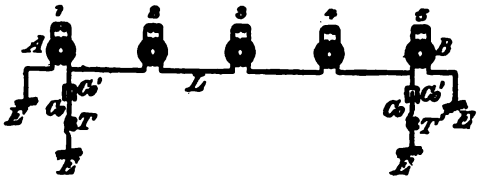


Fig. 3.

La figure 3 montre la disposition schématique de deux postes ainsi installés sur une ligne de cloches électriques. L est la ligne; 1 à 5 sont les cloches; Co, Co', sont les condensateurs; TT', les postes téléphoniques; E, la terre.

Pour qu'un appareil de ce genre puisse s'intercaler rapidement à un endroit quelconque, il faut que la manipulation en soit facile, que le poids et le volume en soient restreints, en un

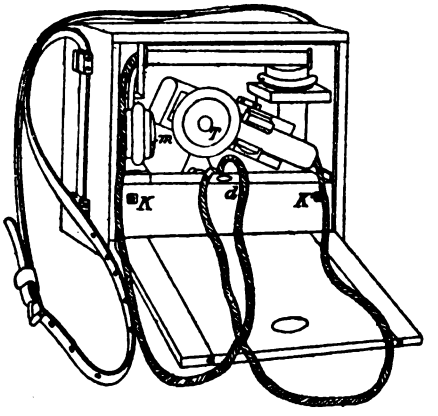


Fig. 4.

mot qu'il soit transportable. Il faut également que le premier venu puisse l'employer, et que le personnel des trains, par exemple, puisse l'uti-

Digitized by Google

liser sans difficulté. Il est nécessaire pour cela que les communications à la ligne et à la terre s'effectuent d'une façon simple, rapide et sûre.

Le téléphone Gattinger, que nous allons décrire, réalise parfaitement ces conditions. Le poste complet est renfermé dans une caisse de 26 cm de haut, 30 de large et 20 de profondeur.

A l'avant (fig. 4) se trouvent le microtéléphone *m*, le téléphone T qui sert en même temps de

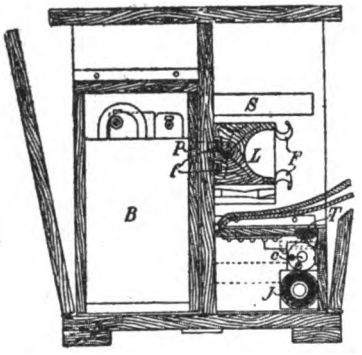


Fig. 5.

téléphone d'appel, le manipulateur d'appel *d*, l'appareil d'induction (une petite bobine de Ruhmkorff) pour l'émission des courants d'appel, enfin la bobine d'induction pour le téléphone, et le condensateur. Dans la partie arrière de la

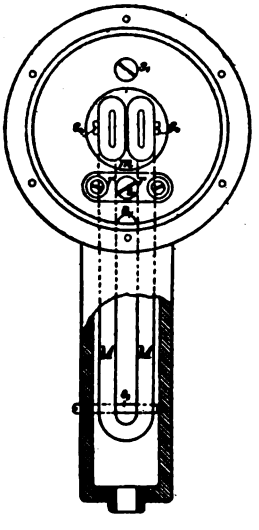


Fig. 6.

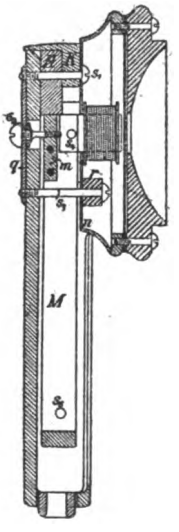


Fig. 7.

caisse se trouve la pile, qui se compose de quatre éléments secs, genre Leclanché, construction Hellesen ; cette partie contient également les bornes et les câbles souples.

La figure 5 montre une coupe de l'ensemble. La pile B, enfermée dans une boîte spéciale, se trouve, par le fait seul de la mise en place dans la caisse, mise en communication, par les plaques P, avec deux ressorts de contact *f*, qui la mettent en circuit automatiquement. A l'inverse de la pratique habituelle, la bobine de Ruhmkorff, le manipulateur et le condensateur sont placés dans une caisse qu'il suffit de tirer pour découvrir immédiatement tous les organes. Le téléphone et le microtéléphone se placent sur les supports S et L, le téléphone d'appel T étant maintenu dans l'encoche L par les ressorts F, dans la position indiquée (fig. 4). Les deux téléphones sont reliés à la caisse par des fils flexibles.

Le téléphone, représenté (fig. 6) avec la membrane enlevée et (fig. 7) en coupe, est de dimensions un peu plus grandes que le microtéléphone. L'aimant M est fixé par la vis s_5 et

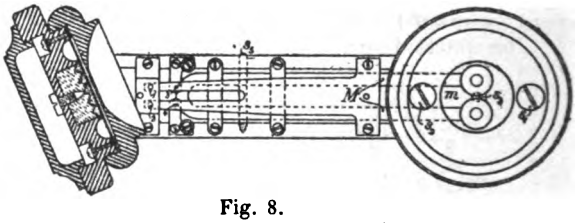


Fig. 8.

peut, au moyen de la vis s_2, être approché ou éloigné de la membrane.

La figure 8 montre le microtéléphone avec la membrane enlevée, de même que la monture en bois D. Elle montre également le microphone en coupe. La figure 9 est une coupe par l'axe du

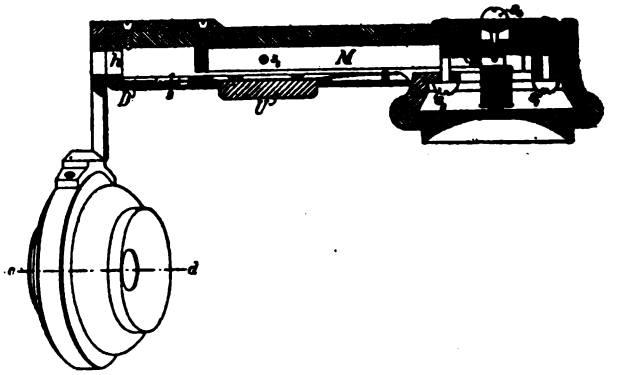


Fig. 9.

téléphone, avec vue extérieure du microphone un peu incliné. On remarque en U un interrupteur qui, pendant la conversation, doit s'appliquer sur les contacts 3 et 4, ce qui a lieu du

Digitized by Google

reste par le fait seul de prendre l'appareil à la main. Cet interrupteur a pour fonction de mettre la batterie en circuit, ou de l'en enlever automatiquement. Le poids d'un de ces téléphones de campagne (fig. 4) est de 10,5 kg, accessoires compris. L'installation demande 2 à 3 minutes. La figure 10 en indique, du reste, la disposition schématique.

Si le poste téléphonique doit être branché sur une ligne existante, il suffit d'introduire dans chacune des bornes KK' (fig. 10) un bouchon muni d'un conducteur flexible qui, à l'aide de dispositifs que nous allons décrire, peut se mettre

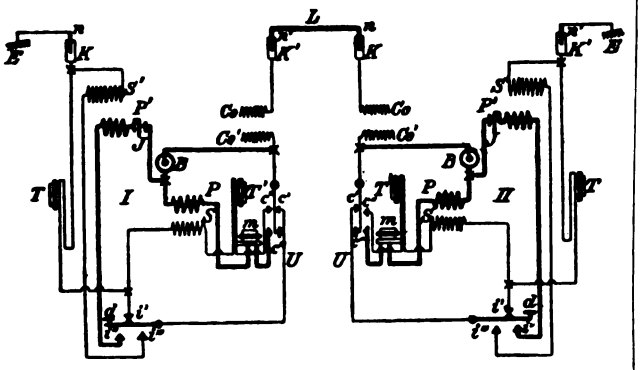


Fig. 10.

d'une façon simple en communication avec la ligne télégraphique et avec la terre.

Si le téléphone de la station I est au repos, le courant alternatif venant par la ligne L en K' traversera le condensateur CoCo' et viendra au contact c' de l'interrupteur U, puis au contact i' du manipulateur d'appel d, enfin au téléphone T et à la borne K qui est à la terre E. Ainsi, dans cette position, le téléphone T est seul en circuit et, toutes les autres résistances en étant enlevées, l'appel est aussi fort que possible.

Si le poste II veut appeler le poste I, l'opérateur pressera le manipulateur d'appel d, le courant de la pile B sera fermé sur le primaire de l'appareil d'induction J, et le courant passera du pôle positif de la pile B au contact c', et par le levier ou manipulateur d'appel d, au contact i'' et au primaire P' de l'appareil d'induction J, et de là au pôle négatif de la pile.

En même temps, le manipulateur d établit le contact i''' communiquant avec le secondaire de l'appareil d'induction J. Ainsi, le courant suit le chemin suivant : en partant de la borne K', que le bouchon n' met en communication avec la terre E, il passe par le secondaire S de l'appareil d'induction, puis par les contacts $i'''c'$, va au condensateur Co'Co, à la ligne L, et arrive au poste I où il traverse le téléphone T et va à la terre. Tous les autres circuits sont interrompus.

Si maintenant au poste II on parle dans le microphone m, en pressant l'interrupteur U, le primaire (du microphone) et le secondaire (du téléphone) sont mis en circuit, et le courant passe de la pile B au contact c''', au microphone m et au primaire P de la bobine d'induction. Le courant secondaire va de K' (terre) au téléphone T à travers le circuit secondaire S, puis au téléphone T', au contact c'', puis par le condensateur Co'Co, à la ligne et au poste I où il actionne le téléphone T. Si, dans la station I, on presse l'interrupteur U, on met en circuit les deux téléphones.

Tout se passe de la même façon si c'est la station I qui appelle.

Si le poste téléphonique doit être branché sur le parcours d'une ligne télégraphique, on emploie, pour réunir ce poste au fil aérien, une longue tige de bambou terminée par un crochet métallique. Cette tige est formée de trois ou quatre parties s'ajustant l'une au bout de l'autre,

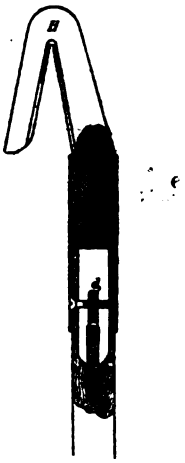


Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

à l'aide de douilles en laiton qui, en même temps, établissent la connexion électrique. La figure 11 montre la partie supérieure de cette tige, qui porte le crochet en fer H, servant à la suspendre à la ligne télégraphique. La figure 12 montre la partie inférieure de cette tige, avec sa douille en laiton, reliée à un conducteur d qui traverse la tige. La partie supérieure de la tige qui prolonge la précédente porte une douille dans laquelle entre juste la douille dont nous venons de parler. La partie inférieure de cette seconde tige porte une douille analogue à celle de la première et destinée à recevoir une troisième tige,

Digitized by Google

si besoin est. Les deux douilles de chaque tige sont réunies par un conducteur intérieur, de sorte que le fait seul d'emmancher les tiges au bout l'une de l'autre, établit en même temps la communication. Chaque douille est percée d'un trou *w* (fig. 13) dans lequel peut entrer un bouchon qui, à l'aide d'un câble flexible, rétablit la communication entre la borne K du téléphone (fig. 5 et 6) et la ligne. Pour plus de sécurité, le fil contenu à l'intérieur des tiges est isolé.

Pour établir la communication avec la terre, on emploie une pince K (fig. 14) que l'on serre

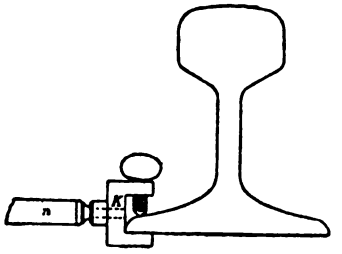


Fig. 14.

sur le patin d'un rail. Cette pince est percée d'un trou analogue à celui des bornes KK' que porte la caisse (fig. 4) et qui sert à l'introduction d'un bouchon *n*.

Il est à peine besoin d'ajouter que le poste avec lequel on correspond doit être pourvu d'un dis-

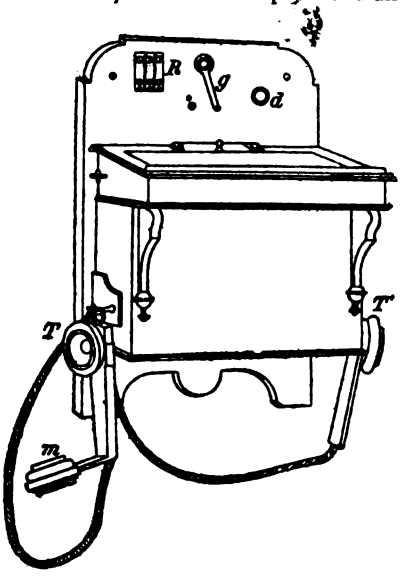


Fig. 15.

positif, avec condensateur, analogue à celui du téléphone de campagne. Cet appareil doit également permettre de correspondre avec les deux stations voisines. M. Gattinger emploie pour cela le poste que représente la figure 15, et qui est établi sur les mêmes bases que le téléphone de campagne.

Il est à remarquer que, lorsqu'un appareil de ce genre doit servir à correspondre avec deux stations voisines, les courants téléphoniques doivent, suivant que la communication est établie avec l'une ou l'autre direction, traverser ou non les bobines de l'électro-aimant de l'appareil télégraphique. Dans le premier cas, la self-induction de ces bobines s'ajoute à celle de la ligne ; les courants téléphoniques sont considérablement affaiblis, et la conversation devient très difficile, sinon impossible, surtout quand les appareils Morse sont en fonction. Pour parer à cet inconvénient, on pourrait munir la station de deux postes microtéléphoniques, mais le prix d'installation serait naturellement plus élevé.

On peut arriver au résultat désiré par l'emploi du dispositif que représente schématiquement la figure 16. Le poste téléphonique est monté en parallèle avec le poste télégraphique M. La ligne L_1 est réunie à l'armature Co', la ligne L_2, à l'armature Co'' d'un condensateur double. L'armature centrale Co de ce condensateur communique avec un commutateur U (manœuvré par le poids du téléphone) qui permet de la mettre en communication, ou avec le manipulateur *d* ou, par le contact *c''*, avec la bobine d'induction S, les téléphones T, et par *z* à la terre E. Le téléphone T'' sert de téléphone d'appel dans les deux directions. L'interrupteur *gg'* sert à couper la ligne non utilisée, afin d'éviter toute perturbation.

Comme dans les postes téléphoniques ordinaires, on ne peut appeler que si le téléphone T' est suspendu au commutateur U, et on ne peut causer que lorsque ce téléphone est décroché.

Si l'on doit utiliser ces postes microtéléphoniques, ou les téléphones de campagne, sur une ligne où sont branchés plusieurs postes télégraphiques, il est nécessaire, pour les raisons que nous avons exposées ci-dessus, que les courants téléphoniques n'aient pas à traverser les bobines des appareils télégraphiques. On intercale alors, dans chacune des stations intermédiaires, un condensateur monté en dérivation sur les bobines de l'appareil télégraphique.

Ces condensateurs doivent avoir une capacité relativement grande, de façon que les courants téléphoniques les traversent plus facilement qu'ils ne traversent les électro-aimants. Leur capacité peut être déterminée, soit empiriquement, soit par le calcul; mais il suffit, en pratique, de s'assu-

Digitized by Google

rer que le courant transmis par le condensateur est beaucoup plus grand que celui qui traverse les bobines des électros.

Avec le téléphone Gattinger, on a pu converser d'une façon très satisfaisante sur une ligne de 189 km, comprenant douze stations télégraphiques Morse, et sur une ligne de 64 km, comprenant une station non munie du condensateur, et cela sans troubler en rien la transmission télégraphique.

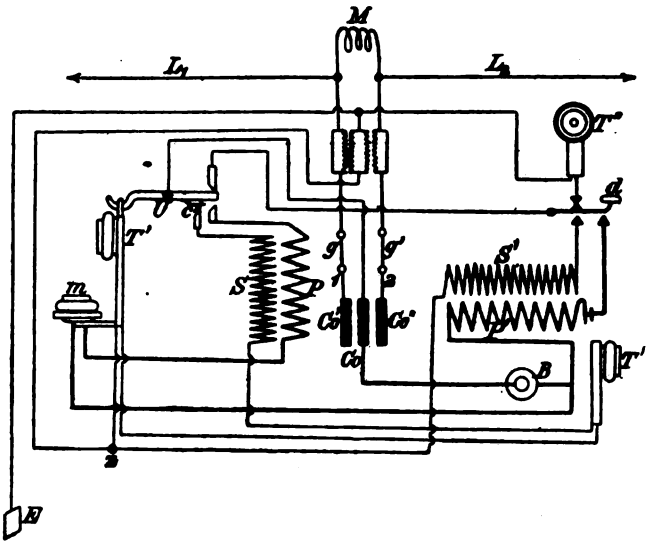


Fig. 16.

Aux courtes distances, et en munissant le poste de récepteurs convenables, on peut entendre les paroles à 2 ou 3 m de l'appareil.

Sur les lignes de grande longueur, avec stations intermédiaires munies de condensateurs, comme celles dont il est question plus haut, on peut, à travers cinq de ces stations, converser sans constater un affaiblissement sensible de l'intensité de la voix.

Son emploi est très pratique en cas de dérangement du service télégraphique, et c'est en vue de cette application qu'il a été expérimenté en Autriche sur les chemins de fer de l'Etat.

(*Electrotechnische Zeitschrift.*) F. D.

INDEX

Applications diverses

Applications mécaniques de l'électricité, par G. Richard. — Description de l'ascenseur hydraulique Marschall dont les pompes sont actionnées électriquement, de l'indicateur d'ascenseur système Peirce, de la balance électrique Gibboney, du rhéostat Fiske, de la remise à l'heure des horloges système Prentiss, de la sonnerie Zeitschel, du téléthermomètre de Haskins, de l'avertisseur d'incendie Bernhardt, de l'appel d'incendie Sachs, du mécanisme d'ouverture de portes de Drake, de la mire électrique Giovanni et de l'allumeur de gaz imaginé par M. Gorldt. (*Lumière Electrique*, 9 déc. 1893.) — A. M.

Soudage électrique des projectiles, par E. H. — Description des divers procédés employés aux Etats-Unis dans les ateliers de l'*American projectile Company*. (*Industrie électrique*, 10 déc. 1893.) — A. M.

Divers

L'électricité à l'Exposition de Chicago. Côté artistique de certaines expositions, par R.-H. Outcault. — Description illustrée de divers pavillons ou expositions présentant un caractère particulièrement artistique; considérations générales sur la question. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Moteur à gaz Crossley d'une installation d'éclairage électrique. — Compte rendu des expériences faites à Lille par M. Aimé Witz et desquelles il résulte que le watt-heure coûte seulement 1,1 litre de gaz. (*Revue industrielle*, 9 déc. 1893.) — A. M.

Dynamos. — Moteurs. — Transformateurs

Théorie du transformateur, par F. Bedell et A. Crehore (*suite*). — Etude analytique des dérivations magnétiques. (*Electrical World*, 18 novembre 1893.) — E. M.

Théorie du transformateur, par F. Bedell et A. Crehore (*suite et fin*). — Construction du diagramme polaire d'un transformateur, en

Digitized by Google

tenant compte des dérivations magnétiques; identification des résultats analytiques et géométriques. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Relation entre les dimensions et la puissance des dynamos, par E. Wiener. — L'auteur entreprend, une fois de plus, de déterminer quelle est la fonction suivant laquelle varie la puissance en fonction des dimensions linéaires pour des machines semblables; il trouve qu'elle varie suivant la puissance 5/2 des dimensions. Calcul basé sur la supposition d'un rayonnement constant par cm² de surface d'induit et d'une vitesse tangentielle constante. Conclusion viciée par trois raisons: le rapport de l'espace occupé par l'isolant varie avec les dimensions du fil et le voltage des machines, comme l'auteur le fait remarquer, du reste; le rayonnement varie avec la vitesse; on ne tient pas compte de l'hystérésis. En pratique, ces considérations sont de nulle valeur ou peu s'en faut, car, pour chaque puissance, il y a un choix judicieux à faire des divers éléments pour arriver aux meilleurs résultats économiques. Les machines géométriquement semblables sont de pures abstractions. (*Electrical World*, 18 novembre 1893.) — E. M.

Dans un second article, l'auteur calcule l'influence des dimensions et du rapport des potentiels et donne une table des exposants, qui varient de 3 à 2,5. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Nouveaux moteurs à courant alternatif. — Renseignements très incomplets sur de nouveaux moteurs monophasés, dus à MM. Riès et G. Scott. Ces moteurs, non synchrones, démarrent sous charge et ont un excellent rendement avec un encombrement très faible et fonctionnent parfaitement avec la fréquence 130. Un moteur de 40 chevaux pour tramways est en construction. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Explorateur de champ magnétique, en bismuth, par le Dr Bruger. — Description et usage de l'appareil construit par la maison Hartmann et Braun sur les indications du Dr Lenard. — E. M.

Éclairage et Stations centrales

La puissance lumineuse des projecteurs, par C. Steinmetz. — Réponse aux objections faites par M. Hering et l'éditeur de l'*Electrician* à la méthode de calcul de l'auteur; M. Steinmetz soutient que, vu le fait de l'étendue du cratère, les rayons sortant d'un projecteur forment en gros un cône légèrement divergent, et que, par suite, la loi des carrés inverses des distances s'applique comme à toute autre source. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

La station centrale de Bockenheim, par J. Laffargue. — Description de cette station de distribution d'énergie par courants alternatifs polyphasés qui comprend deux chaudières tubulaires de MM. Simonis et Lanz de Francfort, ayant 92 m² de surface de chauffe et travaillant à la pression de 10 atmosphères; deux moteurs à vapeur tandem à condensation de 250 chevaux construits par la maison Pokorny et Witekind de Bockenheim; deux dynamos à courants triphasés d'une différence de potentiel de 80 volts et d'une puissance de 130 kilowatts; deux dynamos à courant continu de 36,8 kilowatts à 110 volts; une batterie de 64 accumulateurs Tudor d'une capacité de 430 ampères-heure. Le système de distribution est à la fois effectué à l'aide de courants continus et de courants triphasés. La canalisation pour courants continus est en câbles sous plomb et armés de Felten et Guilleaume, placés directement dans le sol; les câbles pour courants triphasés sont de même nature, mais concentriques. Dans les faubourgs et dans le quartier des usines la canalisation est aérienne. Une sous-station, située à environ 1 200 mètres de la station centrale renferme deux transformateurs de 25 kilowatts chacun. Les prix de l'énergie électrique sont les suivants: pour l'éclairage 93,75 centimes le kilowatt-heure; pour les moteurs à courant continu, 32,5 centimes et pour les moteurs à courants triphasés 25 centimes; des remises plus ou moins importantes suivant la durée de consommation, sont accordées sur ces prix. (*Industrie électrique*, 10 déc. 1893.) — A. M.

Les bouées électriques aux Etats-Unis, par Daniel Bellet. — Description illustrée des bouées lumineuses placées dans le *Gedney Channel*, une des entrées du port de New-York. (*Revue industrielle*, 9 déc. 1893.) — A. M.

Électricité générale. — Recherches théoriques et expérimentales

La méthode de M. Steinmetz pour le calcul des courants alternatifs, par F. Guilbert. — L'auteur expose la nouvelle méthode de calcul de M. Steinmetz par une analyse assez succincte du mémoire présenté au Congrès de Chicago, tout en présentant certaines parties d'une façon un peu différente de celle employée par M. Steinmetz L'idée de cette méthode est des plus simples, elle consiste à représenter la sinusoïde, forme du courant alternatif, par une grandeur complexe, ce qui permet analytiquement d'éliminer une variable indépendante : le temps. Le point de départ de la nouvelle méthode est la représentation la plus simple de la sinusoïde, celle en coordonnées polaires. Après l'exposé préliminaire, M. Guilbert, dans ce premier article, applique la méthode à la résolution d'un problème bien connu, celui d'une différence de potentiel alternative agissant sur un circuit contenant une résistance inductive et une capacité en dérivation. (*Lumière Electrique*, 9 décembre 1893.) — A. M.

Oscillations électriques dans les conducteurs cylindriques (*suite*), par J. Blondin. — Dans ce deuxième article, l'auteur étudie la self-induction et l'impédance des conducteurs et arrive à cette conclusion que, lorsque la rapidité des vibrations augmente, la self-induction diminue, tandis que l'impédance s'accroît et cette dernière croît indéfiniment en même temps que la fréquence des alternations. (*Lumière Electrique*, 9 déc. 1893.) — A. M.

Notes sur la théorie élémentaire des appareils à champ tournant (*suite*), par A. Blondel. — Dans cet article, l'auteur examine les enroulements employés pratiquement et com-

Digitized by Google

mence l'exposé de la nouvelle méthode de calcul limitée à l'étude théorique du type bipolaire (*Lumière Electrique*, 9 déc. 1893). — A. M.

Électrochimie et Électrométallurgie

L'ozone, sa production et ses applications, par E. Andréoli. — Dans ce premier article l'auteur décrit le premier tube ozoniseur Siemens (1887), l'ozoniseur de von Babo, celui de Siemens et Halske (1891), de Tisley et, enfin, le modèle à quatre tubes de Siemens et Halske. (*Revue industrielle*, 9 déc. 1893.) — A. M.

Instruments et Méthodes de mesure Photométrie

Sur l'enroulement des bobines de galvanomètres, par E. Northrup. — L'auteur montre : 1° qu'un galvanomètre Thomson a le maximum de sensibilité quand sa résistance est égale à la résistance extérieure ; 2° qu'un galvanomètre balistique, employé pour la mesure d'un flux par le courant induit, doit avoir la résistance de la bobine secondaire dans le circuit de laquelle il est inséré. (*Electrical World*, 18 novembre 1893.) — E. M.

Théorie photométrique des projecteurs, par A. Blondel (*suite et fin*). — Dans ce second article, l'auteur applique sa théorie à quelques types de projecteurs et déduit de son étude les conséquences générales en ce qui concerne le coefficient d'utilisation pratique, le rôle des différents éléments de construction d'un projecteur, l'application des formules à la prévision des résultats expérimentaux : il termine par la comparaison des divers types actuels de projecteurs. (*Industrie électrique*, 10 déc. 1893.) — A. M.

Lampes

La lampe à arc Washington. — Description d'une nouvelle lampe à arc destinée aux circuits alternatifs à 50 volts. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Traction électrique

Nouveau système de conduit souterrain pour tramway électrique. — Description d'un dispositif breveté récemment par M. H. Franklyn. (*Electrical World*, 25 novembre 1893.) — E. M.

Transport de l'énergie

L'utilisation des chutes du Niagara, par E. Hospitalier. — Historique de la question, exposé du projet au point de vue hydraulique et état actuel des travaux. (*Industrie électrique*, 10 déc. 1893.) — A. M.

BREVETS D'INVENTION

231014 **Auvert.** — Chemin de fer électrique (20 juin 1893).
231027 **Hutin et Leblanc.** — Dynamo (21 juin 1893).
231042 **Stouls.** — Moule galvanoplastique (22 juin 1893).
231047 **Serrin.** — Filament pour lampe à incandescence (22 juin 1893).
231053 **Savoie.** — Dynamos (23 juin 1893).
231066 **Stouls.** — Électrolyse (23 juin 1893).
231072 **Bonnard.** — Réseau téléphonique (27 juin 1893).
231097 **Chevallier.** — Pile électrique (24 juin 1893).
231098 **Maxwell-Lyte.** — Électrolyse des chlorures métalliques (24 juin 1893).
231099 **Maxwell-Lyte.** — Décomposition électrique des sels métalliques (24 juin 1893).
231174 **Stouls.** — Obtention des métaux par voie électrolytique (28 juin 1893).
231194 **Diatto.** — Distribution souterraine du courant aux tramways électriques (29 juin 1893).
231204 **Heyl.** — Électrodes d'accumulateurs. — (29 juin 1893).
231205 **Hutin et Leblanc.** — Dynamo (29 juin 1893).
231211 **Girard et Street** — Charbon électrique (29 juin 1893).
231252 **Barrey.** — Pile au sulfate de cuivre (1er juillet 1893).
231261 **De Meritens.** — Galvanoplastie (3 juillet 1893).
231283 **Gennot.** — Serrure électrique (30 mars 1893).
231296 **Dahl et Phillips.** — Moteur électrique (4 juillet 1893).
231317 **Seiffert.** — Récepteur téléphonique (4 juillet 1893).
231369 **Rawlins.** — Pile électrique (6 juillet 1893).
231377 **Grillet.** — Figurines électriques (7 juillet 1893).
231383 **Stouls.** — Fabrication des métaux par voie électrolytique (7 juillet 1893).
231406 **Von Siemens.** — Machines à courants alternatifs (8 juillet 1893).
231417 **Vallot et Pauze.** — Interrupteur (11 juillet 1893).
231437 **Smith et Wright.** — Perf. aux accumulateurs (10 juillet 1893).
231453 **Tafrali.** — Commutateur téléphonique (11 juillet 1893).
231467 **Mason et Van Derwerken.** — Pile électrique (11 juillet 1893).
231473 **Hicks.** — Appareils électriques pour portes (11 juillet 1893).
231484 **Mecker.** — Appareil électro-médical (11 juillet 1893).
231503 **Smith.** — Tramway électrique (12 juillet 1893).

Digitized by Google

231514 **Bidaud.** — Tour électrique (13 juillet 1893).

231541 **Laugier.** — Accumulateur pile (15 juillet 1893).

231553 **Kellner.** — Production électrolytique d'eau à blanchir (15 juillet 1893).

231558 **Moller.** — Mise en circuit téléphonique (15 juillet 1893).

231576 **Schoop.** — Accumulateur (17 juillet 1893).

231606 **Heinz.** — Electrodes pour accumulateurs (18 juillet 1893).

231630 **Reverseau.** — Serrure électrique (19 juillet 1893).

231654 **Ramos-Garcia.** — Désinfection des alcools par l'électricité (20 juillet 1893).

231657 **Hœpfner.** — Extraction électrolytique du nickel (20 juillet 1893).

221665 **Aschner.** — Compteur électrique (21 juillet 1893).

231691 **Jokl et Holzapfel.** — Lampe à arc (22 juillet 1893).

231698 **Von Langlois.** — Ampoule pour lampes à incandescence (22 juillet 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Les courroies monstres de l'Exposition de Chicago. — Notre confrère l'*Electrical World* cite quelques chiffres relatifs à des courroies de dimensions tout à fait inusitées, exposées par la maison Page.

La plus grande courroie du monde ne pèse pas moins de 2 500 kg ; elle a une largeur de 2 500 mm, avec une longueur de 60 m ; à triple épaisseur, elle a demandé 569 peaux de bœufs pour sa confection.

Une autre courroie, articulée, celle-là, la plus large qu'on ait faite, a 1 500 mm de largeur, 20 mm d'épaisseur et 60 m de longueur ; il n'y entre pas moins de 400 000 chaînons et son poids dépasse 2 tonnes.

La même maison avait plus de 400 courroies de toutes dimensions en service dans les diverses parties de l'Exposition ; en particulier, les grandes machines Westinghouse, de 2 000 chevaux, étaient commandées par des courroies à triple épaisseur de 1 800 mm de largeur. La vitesse linéaire admise était de 2,85 m par seconde. — E.

La propulsion électrique sur les canaux. — Le premier essai d'utilisation des moteurs électriques modernes pour la propulsion des bateaux sur les canaux a eu lieu le 18 novembre, à Brighton, dans l'État de New-York, sur le canal Erié. C'est la Compagnie Westinghouse qui a fourni les appareils et qui supporte, du reste, la moitié de la dépense, l'Etat fournissant le reste. Le système, appliqué à un vieux bateau à hélice, est à peu près identique à celui des tramways, mais il y a double ligne et double trolley.

Dans ce premier essai, effectué en présence du gouverneur de l'Etat, M. Fowler, on a atteint sans aucune peine la vitesse de 6,4 km à l'heure, alors que le halage par chevaux ne permet pas de dépasser 3 km. Dans un petit speech, M. Fowler a déclaré l'essai satisfaisant et il a exprimé l'opinion que cette application de l'électricité diminuerait de beaucoup les frais d'entretien des chemins de halage et les servitudes qui en découlent. — E.

Distribution de l'électricité d'une station centrale à deux cents localités. — Au point de vue de la situation industrielle et de la densité de la population, le royaume de Saxe peut être comparé à la Belgique. Les exploitations minières y sont très nombreuses et la densité très grande des villes manufacturières a fait songer à une entreprise gigantesque de distribution de la force motrice par une immense station centrale qui enverrait le courant électrique à environ deux cents localités groupées autour d'elle dans un rayon assez considérable.

Le gouvernement saxon a accueilli ce projet très favorablement. L'usine centrale serait établie dans le district houiller de Haenichen, au sud de Dresde. Elle produirait du courant alternatif, naturellement à très haute tension, qui serait distribué à environ cent soixante-dix localités manufacturières. Outre les avantages considérables que procurerait la situation de l'usine génératrice sur le carreau même de la mine, on espère pouvoir la faire fonctionner dans des conditions très économiques en marchant constamment à pleine charge. En effet, pendant la journée, l'utilisation du courant comme force motrice atteindrait au moins l'équivalent de la dépense du courant pour l'éclairage, la nuit.

Les concessions nécessaires seront accordées par le gouvernement saxon avec le plus grand empressement, et dans ces conditions il y a lieu d'espérer que l'entreprise projetée entrera bientôt dans la phase de la réalisation. — A. M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google

2e Série. — Tome VI. N° 157 30 Décembre 1893.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

SUR L'HYSTÉRÉSIS DES DIÉLECTRIQUES

REMARQUES CRITIQUES SUR UN ARTICLE DE M. RICARDO ARNO

Il y a quelque temps, nous avons eu l'occasion de signaler ici un travail remarquable de M. R. Arno sur l'hystérésis des diélectriques [1] ; le savant ingénieur vient de compléter son premier travail en donnant les constantes numériques relatives à un certain nombre de corps isolants [2]. Nous nous permettrons de revenir sur cette question, car il nous a semblé, à l'étude de ce nouveau travail, que l'auteur avait commis une erreur de raisonnement qui, sans rien diminuer de la valeur de la méthode employée, fausse néanmoins complètement les valeurs numériques indiquées. La question étant nouvelle, il est utile d'empêcher, s'il y a lieu, l'erreur de se propager et de recevoir la consécration du temps.

Lorsqu'on établit sur les deux faces d'un condensateur une différence du potentiel alternative, on remarque au bout d'un certain temps un échauffement de la masse diélectrique.

La comparaison de ce phénomène avec ceux de l'aimantation du fer a amené à penser que, dans les diélectriques, il y avait également *retard* à l'électrisation, ou hystérésis diélectrique : d'où une dissipation correspondante d'énergie qui se traduit par l'échauffement constaté [3].

Mais, comme dans le fer, le phénomène est complexe et peut être attribué à différentes causes.

Si le diélectrique n'est pas homogène, mais contient des particules conductrices, comme c'est le cas, par exemple, pour le papier paraffiné, ces particules peuvent être le siège de véritables courants : d'où une dissipation d'énergie qui n'a rien à faire avec l'hystérésis.

Ce phénomène perturbateur serait l'analogue des courants de Foucault dans le fer, qui accompagnent toujours l'aimantation.

Mais, en plus de cet effet, on aura encore la chaleur provenant d'une véritable conduction, car on sait que la plupart des isolants, surtout ceux qui ne sont pas homogènes, donnent lieu à une perte continue lorsqu'ils sont soumis à une différence de potentiel constante. Les mesures effectuées de cette manière sont donc peu concluantes.

La méthode de M. Arno, au contraire, est parfaite, au moins en ce qui concerne ce dernier point, car il mesure directement le couple d'entraînement que produit un champ électrostatique tournant sur un cylindre diélectrique.

Le diélectrique étant plongé dans l'air, isolant parfait, il ne peut y avoir de courant de conduction. Il est facile de montrer qu'il y a entraînement dans les deux cas de retard que nous distinguons dans la note ci-dessus.

[1] Voir l'*Electricien* du 15 juillet 1893, p. 45.

[2] *Atti della Accademia dei Lincei*, 12 novembre 1893.

[3] Deux sortes de *retards* peuvent produire une perte de travail : un retard de temps, c'est-à-dire un décalage entre la force électrique et l'électrisation; enfin, un retard de la constante diélectrique, qui prendrait des valeurs plus petites pour les forces croissantes que pour les forces décroissantes. La méthode employée par M. Arno ne permet pas de trancher la question. Pour séparer les effets, il faut, comme dans le cas de l'aimantation, opérer statiquement et mesurer les variations de charges correspondant à une variation cyclique de la différence de potentiel.

Digitized by Google

M. Arno a d'abord constaté l'existence de ce couple d'entraînement et signalé le fait d'une relation de la forme $W = hV^x$, où W est la puissance dissipée par seconde dans le cylindre diélectrique, V la différence de potentiel maximum à laquelle est soumis le corps, et h et x des constantes dont la seconde se rapproche de la valeur 1,6 assignée par M. Steinmetz à la loi analogue pour le fer.

Dans son nouveau travail, M. Arno a étudié un certain nombre de corps et a trouvé des relations du même genre, mais il les met sous la forme :

$$W = HF^x,$$

où F est l'intensité du champ en unités C. G. S.

Pour calculer cette grandeur M. Arno divise la différence totale de potentiel (exprimée en unités électrostatiques) par la distance des armatures entre lesquelles tournent ses cylindres. Nous ne croyons pas que, dans ces conditions, les coefficients H aient une signification physique quelconque; on trouvera par cette méthode des coefficients différents en employant des appareils de dimensions différentes.

En effet, ce qui importe, ce n'est pas du tout la valeur qu'*aurait* le champ s'il n'y avait pas interposition du cylindre diélectrique, mais bien la valeur que prend la force électrique à l'intérieur de celui-ci.

On sait que le problème n'est soluble par le calcul que dans le cas où le champ primitif est uniforme et où le corps étudié est limité par une surface du deuxième degré.

En se reportant à la description de l'appareil employé par M. Arno, on voit facilement que la première condition est loin d'être remplie et que les champs électrostatiques formés par chaque paire de lames métalliques sont loin d'être dans les conditions d'uniformité, même approximative.

Soient V la différence de potentiel maximum entre les deux électrodes, et λ leur distance. M. Arno donne pour la valeur du champ : $\frac{V}{\lambda}$. C'est une erreur : c'est le champ qui existe avant l'introduction du cylindre étudié ; ce serait encore la valeur de la force électrique dans le diélectrique, si celui-ci remplissait exactement tout l'espace intermédiaire, comme dans le cas d'un condensateur. Mais M. Arno emploie des cylindres creux de faible épaisseur et dont le diamètre est sensiblement inférieur à la distance des électrodes; dans ce cas, la force réelle dans le diélectrique peut prendre une valeur quelconque suivant la grandeur de la constante diélectrique et le rapport des espaces occupés par le diélectrique et par l'air. On peut s'en faire une idée en appliquant à un tube de force électrostatique le théorème fondamental : La différence de potentiel entre deux points est égale à l'intégrale de ligne de force électrique.

Soient V cette différence de potentiel, λ la distance des électrodes, s l'épaisseur du cylindre diélectrique, F_a la force électrique dans l'air, et F_d dans le diélectrique de constante K, on aura :

$$V = F_a(\lambda - 2s) + F_d\, 2s \text{ avec } \frac{F_d}{F_a} = \frac{\lambda}{K} \qquad (1)$$

ce qui donne, tout calcul fait :

$$F_d = \frac{V}{K\lambda} \frac{1}{1 - \frac{2s}{\lambda}\frac{K-1}{K}}$$

On voit que, pour une épaisseur s très faible et une constante K pas trop grande, la

[1] Ces questions supposent que les lignes d'induction électrostatique sont parallèles ; elles seraient exactes dans le cas d'un champ indéfini, coupé par une tranche diélectrique d'épaisseur $2s$.

Digitized by Google

force réelle est égale à $\frac{1}{K}$ fois la force dans le champ primitif; mais, dès que s est de même ordre de grandeur que λ, il n'y a plus de rapport simple entre F_d et $\frac{V}{\lambda}$[1].

Les chiffres donnés par M. Arno, que nous jugeons inutile de reproduire ici, ne sont donc pas des constantes physiques; ce sont de simples résultats d'expérience sur un appareil donné. Il y aurait lieu de refaire les expériences en se plaçant dans des conditions où l'on puisse calculer exactement F_d en fonction de V, des dimensions et de K.

Le fait que l'exposant x se trouve toujours très voisin de 1,6, comme dans le cas du magnétisme, subsisterait néanmoins, à cause de la proportionnalité de F_d et de $\frac{V}{\lambda}$, résultat assez curieux. Il resterait à déterminer les vraies constantes H rapportées à un cycle et à un centimètre cube de diélectrique, comme M. Steinmetz l'a fait pour quelques échantillons de fer.

E. MEYLAN.

LES DÉRANGEMENTS DES DYNAMOS

(*suite* [2])

16. — D]. **Circuit ouvert dans les organes de la dynamo ou dans le circuit extérieur.** — Lorsque le dérangement se trouve dans le circuit extérieur, on le reconnaît à ce qu'une lampe à incandescence, intercalée entre les deux bornes de la dynamo, fonctionne régulièrement, après avoir eu, toutefois, le soin de détacher les conducteurs principaux.

Si la lampe ne fonctionne pas, on doit chercher le dérangement dans la dynamo en procédant comme il suit:

17. — *a*). *Interruption dans le circuit des inducteurs.* — On retrouve facilement ce dérangement en vérifiant séparément chaque bobine à l'aide de la pile et du galvanomètre ou d'une sonnerie, disposés comme le montre la figure 1; bien entendu, il faut, au préalable, détacher les extrémités de chaque bobine. La bobine qui aurait une interruption dans son circuit ne donnera pas de déviation, si on fait usage d'un galvanomètre, ou la sonnerie ne fonctionnera pas si on emploie cet instrument à la place d'un galvanomètre.

Une fois chaque bobine vérifiée, il faut examiner soigneusement toutes les connexions du circuit des inducteurs pour voir s'il n'y a pas de mauvais contacts et bien nettoyer ces derniers.

18. — *b*). *Interruption dans le circuit de l'armature.* — L'interruption d'une des bobines de l'armature peut être reconnue en essayant chaque bobine séparément avec la pile et le galvanomètre (fig. 1) après avoir détaché toutes les communications des bobines avec le collecteur. Si une des bobines, essayée dans ces conditions, ne donne pas de déviation, c'est qu'il y a rupture du conducteur.

Comme cet essai entraîne un travail assez long et par suite une perte de temps, on peut arriver plus rapidement au résultat en employant la méthode suivante:

On met la dynamo en marche et, à l'aide d'un bout de fil *ab* (fig. 4), on touche le commutateur en deux points *cd* comprenant entre eux plusieurs lames. Si la machine

[1] Dans les expériences de M. Arno, on avait $\lambda = 4{,}2$ cm et s variable de 0,1 à 0,05 cm.

[2] Voir *Electricien*, n° 156, page 433.

Digitized by Google

commence à donner du courant, une étincelle jaillira sur le commutateur entre les deux extrémités du fil et indiquera que l'interruption se trouve dans la partie comprise entre les deux points touchés. S'il ne se produit rien, on continue à chercher en d'autres points du commutateur, jusqu'à ce que l'étincelle se produise. Aussitôt qu'elle apparaît, on arrête la machine pour éviter toute détérioration du commutateur et de l'armature. La bobine défectueuse sera alors facilement reconnue aux traces de brûlure qui se trouveront sur la lame correspondante.

La plupart du temps ce dérangement est dû plutôt à un mauvais contact qu'à une rupture du fil de la bobine. Ces défauts amènent la détérioration rapide de certaines lames du commutateur par suite des fortes étincelles qui se produisent lorsque les balais passent sur ces lames. Il est donc nécessaire, toutes les fois qu'on s'aperçoit que quelques lames sont plus détériorées que les autres, de vérifier toutes les connexions entre ces lames et les bobines correspondantes de l'induit et de resserrer ou de rattacher et au besoin de souder les communications défectueuses.

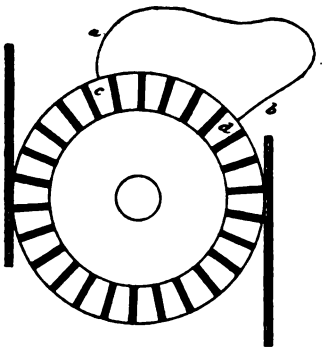


Fig. 4.

19. — *c*). *Les balais n'appuient pas sur le collecteur.* — Le simple examen des balais permettra de reconnaître facilement cette cause de dérangement.

20. — *d*). *Interruption dans le circuit extérieur.* — Lorsque l'essai indiqué § 16 a fait reconnaître que le dérangement se trouve dans le circuit extérieur, il faut d'abord procéder à une visite de tous les appareils accessoires, tels que : interrupteurs, commutateurs, coupe-circuit fusibles, bornes de raccordement des conducteurs du circuit principal, etc., afin de voir s'ils sont en bon état, si les contacts sont propres, si des fils fusibles n'ont pas été fondus ou ne manquent pas, si les manettes des interrupteurs et des commutateurs sont bien dans la position voulue, etc. Cet examen doit également porter sur les appareils montés sur le tableau de distribution, ainsi que sur les appareils d'utilisation.

Pour rendre la vérification plus précise, on fait usage d'une pile et d'une sonnerie ou d'un galvanomètre.

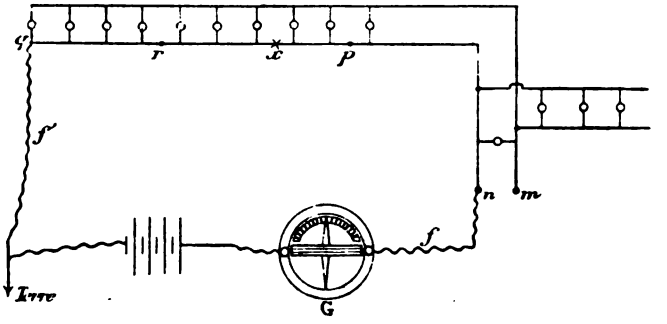


Fig. 5.

Si cet examen n'a pas fait découvrir le défaut, il faut procéder à la vérification des conducteurs principaux, en disposant la pile et le galvanomètre comme l'indique la figure 5, après avoir ouvert le circuit de tous les appareils d'utilisation.

Un des pôles de la pile étant relié à la terre ainsi que l'une des extrémités du conducteur à vérifier, on touche l'autre extrémité de ce conducteur avec le fil *f*. Si le conducteur n'est pas interrompu, le galvanomètre déviera ; s'il ne dévie pas, c'est qu'il y a interruption. Pour trouver le point de rupture, on laissera le fil d'essai *f* attaché en *n* et, à l'aide du fil *f'*,

Digitized by Google

on essayera une section du conducteur en attachant ce fil en p par exemple ; si l'on constate une déviation, c'est que la section np est en bon état et que le défaut se trouve entre p et q. Plaçant alors le fil f' en r, on constate que le dérangement est entre r et p et, par des essais successifs, on localise le dérangement sur la plus petite longueur possible que l'on examine alors très soigneusement.

Dans une installation où les appareils d'utilisation sont montés en dérivation sur les conducteurs principaux, comme c'est le cas pour les lampes à incandescence, le fonctionnement de la dynamo ne peut être empêché que par une interruption du circuit principal, car, si une interruption se produisait sur un des fils de dérivation, le reste de l'installation continuerait à fonctionner normalement, et l'on s'apercevrait de ce dérangement par l'extinction de la lampe alimentée par ce conducteur dérivé.

21. — E]. **Inversion des bobines des inducteurs.** — Lorsque des bobines inductrices ont été placées sur les noyaux en sens opposé du sens normal ou que leurs connexions ont été inversées, on constate que les pièces polaires sont fortement aimantées lorsqu'on approche séparément de chacune d'elles un morceau de fer. Si on fait l'essai à l'aide d'un aimant librement suspendu, on voit que les pièces polaires attirent chacune la même extrémité de cet aimant, ce qui indique qu'elles ont une polarité semblable au lieu d'être de polarité inverse.

Lorsque la dynamo est à plusieurs pôles, les essais doivent porter sur deux pièces polaires consécutives.

Une fois le dérangement caractérisé, il est facile d'y remédier, soit en retournant la bobine défectueuse, soit en inversant ses connexions.

II. — IL SE PRODUIT DE FORTES ÉTINCELLES AUX BALAIS

22. — Les causes qui peuvent donner lieu à la production de fortes étincelles aux balais sont les suivantes :

A]. Surcharge de la dynamo. $\left\{\begin{array}{l} a). \text{ Voltage anormal.} \\ b). \text{ Intensité trop considérable.} \\ c). \text{ Mauvais isolement du circuit extérieur.} \end{array}\right.$

B]. Mauvais calage des balais ;
C]. Mauvais état du commutateur ;
D]. Mauvais état des balais et des porte-balais ;
E]. Interruption dans le circuit de l'armature ;
F]. Court-circuit dans l'armature ;
G]. Isolement défectueux d'une bobine inductrice ;
H]. Faiblesse du champ magnétique inducteur.

23. — A]. **Surcharge de la dynamo.** — Lorsque la dynamo est surchargée, c'est-à-dire lorsque le voltage est anormal sur un circuit à potentiel constant, ou l'intensité trop considérable sur un circuit à intensité constante, non seulement il se produit de fortes étincelles aux balais, mais encore les inducteurs et l'armature s'échauffent fortement. (Voir III.) En outre, la courroie de transmission est très tendue et produit des grincements par suite de son glissement sur la poulie.

24. — *a). Voltage anormal.* — Ce dérangement est indiqué par le voltmètre et peut provenir soit d'une excitation trop intense, soit d'une vitesse de rotation trop considérable.

On augmente la résistance à l'aide du rhéostat, afin de diminuer l'excitation, et cela suffit le plus souvent pour ramener le voltage à son point normal.

Dans le cas où le dérangement proviendrait d'une vitesse trop grande, ce que l'on peut facilement constater à l'aide d'un compte-tours, il faut diminuer la vitesse du moteur actionnant la dynamo.

Il peut arriver aussi, lorsqu'on vient d'installer une dynamo et qu'on la fait tourner

Digitized by Google

pour la première fois, que l'excès de vitesse soit dû à un défaut de proportion de la poulie, ce qu'il est du reste facile de vérifier.

25. — *b*). *Intensité trop considérable.* — Dans le cas où la dynamo alimente des lampes à arc, la surcharge peut être due à un courant trop intense. L'observation de l'ampèremètre permet de constater ce défaut et, dans ce cas, il suffit d'augmenter la résistance intercalée sur le circuit de chaque lampe à arc, en manœuvrant le rhéostat qui lui est affecté.

Si l'installation comporte des lampes à incandescence, la surcharge peut être due à ce qu'il y en a en fonctionnement un plus grand nombre que ne le comporte la puissance de la dynamo. Il n'y a alors qu'à supprimer les lampes en excès, pour que le fonctionnement devienne régulier.

26. — *c*). *Mauvais isolement du circuit extérieur.* — La surcharge de la dynamo peut également provenir d'un mauvais isolement du circuit extérieur, ce qui cause une augmentation considérable de l'intensité du courant fourni par la dynamo ; c'est ce qui arrive fréquemment par les temps pluvieux, lorsque le circuit extérieur est aérien et comporte des conducteurs nus.

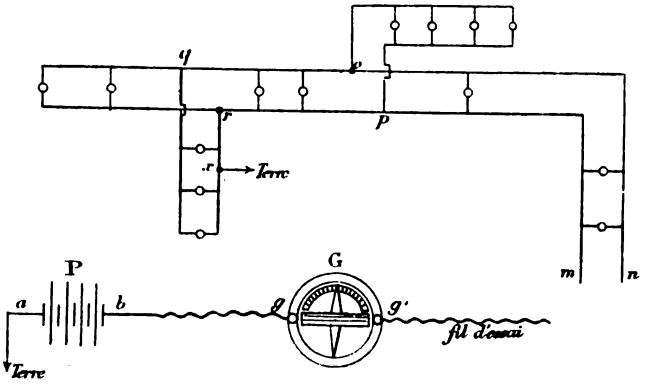


Fig. 6.

Lorsque la canalisation est établie avec des conducteurs isolés, il est nécessaire de procéder à des essais pour trouver le point où existe une dérivation.

On enlève d'abord les conducteurs des bornes du générateur d'électricité, en ayant soin d'éviter qu'ils ne se touchent entre eux ou qu'ils soient en contact avec le mur ou des objets métalliques. Cela fait, on ferme le circuit de toutes les lampes à l'aide des interrupteurs ou du commutateur de mise en court-circuit pour les lampes à arc. Les extrémités *mn* des conducteurs principaux (fig. 6) étant isolées, on met le conducteur *a* de la pile à la terre par l'intermédiaire d'une conduite d'eau ou de gaz, tandis que l'on relie l'autre conducteur *b* à l'une des bornes *g* du galvanomètre G. A la borne *g'* du galvanomètre on attache un fil qui servira aux essais. Tout étant ainsi disposé, si l'on suppose une perte à la terre en un point quelconque *x* de la canalisation, on procédera à sa recherche en touchant d'abord l'une des extrémités des conducteurs principaux, *m* par exemple, avec le fil d'essai partant de *g'*. S'il n'existe aucune dérivation à la terre, l'aiguille du galvanomètre ne déviera pas ; elle déviera dans le cas contraire. Pour localiser le défaut, on détachera les conducteurs de toutes les dérivations principales en *op* et *qr*, et on touchera de nouveau soit le conducteur *m*, soit le conducteur *n* avec le fil d'essai *g'* ; s'il n'y a pas de déviation, on en conclura que la perte n'est pas sur ce circuit. Il suffit alors de répéter l'essai sur chacune des sections *op* et *qr* pour reconnaître celle qui est défectueuse. Cette section reconnue, on trouvera le défaut en ouvrant le circuit de tous les appareils d'utilisation branchés sur cette section, et on essayera alors séparément le conducteur *q* et le

Digitized by Google

conducteur *r*. En examinant ensuite attentivement le conducteur défectueux sur tout son parcours, on découvrira facilement le dérangement.

Le défaut peut se trouver quelquefois sur les conducteurs de dérivation qui amènent le courant aux lampes. Dans ce cas, il est nécessaire de les détacher des conducteurs principaux pour faire l'essai.

27. — B]. **Mauvais calage des balais.** — Lorsque la production des étincelles provient d'un mauvais calage des balais, on s'en aperçoit en déplaçant les porte-balais ; dans ce cas, cette production d'étincelles varie à chaque déplacement.

Pour obtenir un bon calage, il suffit de déplacer doucement les balais en avant et en arrière jusqu'au moment où l'on a trouvé une position pour laquelle les étincelles sont réduites au minimum.

Lorsque cette manœuvre ne suffit pas pour empêcher la production anormale des étincelles, il faut vérifier si les points de contact des balais opposés sont bien sur un même diamètre ; lorsque les balais ne sont pas en opposition exacte (à moins d'indications de pose spéciale données par le constructeur), il faut les y amener. Pour trouver facilement les points où ils doivent toucher le commutateur, on compte les lames du commutateur ou bien on prend de chaque côté la mesure de l'espace qui sépare les balais entre eux. Si, par exemple, un commutateur comporte 40 secteurs et que l'on compte pour un celui sur lequel appuie le balai supérieur, le balai inférieur, pour être bien placé, devra appuyer sur le 21e secteur.

La bonne position des balais est une des conditions importantes d'une bonne marche ; ils doivent presser suffisamment sur le collecteur en faisant légèrement ressort ; s'ils appuient trop fortement, collecteur et balais s'useront inutilement ; s'ils n'appuient pas assez, les balais sauteront en produisant des étincelles.

On doit prendre garde que quelques fils ou une lame du balai ne soient pas rebroussés et veiller à ce que les balais portent bien à plat sur le collecteur, qu'ils sortent d'une longueur égale de leur support, qu'ils soient parfaitement propres ainsi que les porte-balais, que ces derniers soient bien assujettis, qu'ils puissent fonctionner librement.

Les points de contact des balais avec le collecteur doivent toujours être ceux qui donnent lieu à la moindre production d'étincelles. Toutefois, il y a lieu de remarquer que ces points varient avec l'intensité du courant fourni.

28. — C]. **Mauvais état du commutateur.** — Le mauvais état du commutateur peut être aussi la cause d'une production anormale d'étincelles.

Pour vérifier si le dérangement provient de ce fait, il faut d'abord s'assurer que le commutateur tourne bien rond et ne présente pas d'aspérités à sa surface. Lorsque ce dernier cas se produit, il en résulte qu'au moment où les balais passent sur les parties en creux, ils sont ébranlés et le contact devient défectueux.

Un examen attentif du commutateur, que l'on fera tourner lentement, permettra de voir s'il est excentrique. Dans le cas où le dérangement serait dû à cette cause, il faut passer le commutateur au tour, soit en plaçant un petit banc à tourner dans une position qui permette de faire l'opération sur place ou, si cela n'est pas possible, en enlevant l'armature et en la plaçant sur le tour.

Les aspérités à la surface du commutateur peuvent provenir d'éraflures produites par les étincelles ou du déplacement de secteurs métalliques ou barres qui se trouvent, soit en saillie, soit en contre-bas. En appuyant légèrement le doigt sur le commutateur pendant qu'il tourne, on sentira à la main la moindre rugosité. Lorsque la dynamo est à haute tension et afin d'éviter tout danger, on pourra toucher le commutateur avec un petit bâton de bois que l'on appuiera aussi légèrement. Si les aspérités ainsi constatées sont peu sensibles, on peut les enlever au *papier de verre ;* l'usage du papier émeri doit être absolument proscrit. Si le papier est insuffisant, il faut prendre la lime, en ayant soin d'enlever

Digitized by Google

soigneusement la limaille qui pourrait occasionner un court-circuit accidentel entre les bobines de l'armature ; ce travail ne peut être effectué que par un ouvrier expérimenté, car, s'il est mal fait, le commutateur ne tarderait pas à ne plus être rond, ce qui aurait pour effet d'aggraver le dérangement. Enfin, si les inégalités de la surface du commutateur sont dues à une usure anormale produite par un frottement excessif des balais, il faut, si elles sont très accentuées, avoir recours au tour.

29. — D]. **Mauvais état des balais et des porte-balais.** — Le mauvais état de ces organes a pour effet de produire un contact défectueux entre le commutateur et les balais et, par conséquent, donne lieu à de nombreuses étincelles.

Un examen minutieux des balais permet de vérifier s'ils pressent suffisamment sur le commutateur en faisant légèrement ressort, si quelques fils ou lames d'un des balais ne sont pas rebroussés, si dans toute sa largeur chacun d'eux appuie bien à plat sur le commutateur, s'ils sont parfaitement propres, s'ils sont bien assujettis dans leur porte-balai.

La cause du dérangement une fois connue, il est facile d'y remédier, soit en ajustant les balais, soit en les nettoyant. (Voir § 28.)

(*à suivre.*) J.-A. MONTPELLIER.

CORRESPONDANCE SPÉCIALE

Inauguration de la ligne de tramways électrique de Bordeaux au Bouscat et au Vigean.

Bordeaux, le 20 décembre 1893.

Disons-le, sans sentiment de fausse modestie ou d'un orgueil qui serait en tout cas médiocre, nous avons été un des premiers adeptes des procédés de traction électrique sur les lignes ferrées urbaines. Dans nos articles, dans nos conférences sur le sujet, nous avons montré que la traction chevaline, encore que souvent très dispendieuse, ne satisfait aucunement aux besoins de plus en plus impérieux de la vie courante — sans calembour — des villes. Nous l'avons caractérisée par l'épithète de mode *lent* de transport. Il manque de souplesse, d'élasticité, d'expansibilité en face des nécessités de plus en plus pressantes afférentes aux systèmes de transport en commun. Il est matériellement impossible d'en obtenir l'amélioration des services, la rapidité de circulation, l'accroissement du trafic sans une augmentation corrélative des frais d'exploitation qui rendraient celle-ci désastreuse.

A Paris, à certaines heures de la journée, on ne peut espérer se faire transporter qu'après des stations de longue durée dans les bureaux des omnibus et tramways. Les voitures géantes arrivent complètes et se succèdent avec une lenteur désespérante. Etat de choses qui inspira à un de nos amis cette délicieuse boutade : « Les omnibus, ça ne sert à rien, ils arrivent toujours complets. » Et quel tableau lamentable, les jours d'exode de tout un peuple pour ses plaisirs ou le souci d'hygiène des enfants ! Alors, rentrer chez soi, ramener au domicile toute une famille, devient un problème véritablement angoissant. Les omnibus lourds, les tramways gigantesques à fréquence de départs relativement faibles, ne constituent pas des moyens efficaces pour promptement évacuer une grande quantité de voyageurs.

Cette constatation de faits est pénible, ils condamnent le régime. Aussi, saluons-nous avec enthousiasme, chaque fois que l'occasion s'en présente, l'apparition d'une amélioration dans les services de transport en commun. Cette occasion nous fut offerte dimanche 17 décembre dernier.

La Compagnie de tramways de Bordeaux-Bouscat-Vigean inaugurait la première ligne établie en France par la Compagnie Thomson-Houston de Paris.

Nous ne dirons rien de cette ligne pour le moment, réservant nos explications pour un article technique ultérieur en préparation, si ce n'est qu'elle comporte un développement d'environ 5 km. Elle part de Bordeaux pour traverser les communes du Bouscat et du Vigean, où elle se termine.

Le Conseil d'Administration de la Compagnie a reçu les invités à l'entrée de la route du Médoc

Digitized by Google

où stationnaient six voitures de tramways. Le départ a eu lieu à 1 1 heures, au milieu d'un grand concours de curieux avides de voir le fonctionnement du nouveau matériel. Les invités ont parcouru la ligne dans toute la longueur, jusqu'au point terminus du Vigean et de là sont revenus à l'usine centrale située à peu près à égale distance des deux terminus. Après la visite des machines, l'assistance s'est rendue dans la remise des voitures, hall immense, où un substantiel et savoureux banquet de trois cents cinquante couverts fut servi aux hôtes de la Compagnie. La salle superbement décorée, pavoisée de drapeaux et d'oriflammes, avivée çà et là de massifs de plantes ornementales, était éclairée par douze lampes à arc Thomson-Houston, alimentées en tension par une machine à induit sphérique et une vingtaine de lampes à incandescence montées sur le circuit de la ligne de tramway. Un très grand nombre de personnages officiels étaient assis à la table d'honneur.

M. le ministre des Travaux publics s'était fait représenter à cette inauguration par M. l'inspecteur général Eyriaud des Vergnes. M. Aubian, président du Conseil d'Administration de la Compagnie, présidait le banquet. Il avait à sa droite le représentant du ministre; à sa gauche M. Berniquet, préfet de la Gironde. Venaient ensuite M. Ferré, maire du Bouscat; M. Mercet, représentant de la Compagnie Thomson-Houston, de Paris; M. Duvigneau, député de Bordeaux, l'ingénieur en chef des ponts et chaussées; MM. Gruet et Labeat, députés; M. Calmon, président du Tribunal civil.

A l'heure des toasts, heure fatale, M. le Préfet s'est levé. Après avoir fait ressortir les principaux avantages de la nouvelle application des sciences dont on était témoin et l'éloge de la société Thomson-Houston, il a porté la santé de M. Carnot, Président de la République.

Après le préfet ont successivement pris la parole : M. Aubian, qui a levé son verre à la santé de M. le ministre des Travaux publics, de son représentant, à celle de M. le Préfet et à celle de tous ses gracieux invités; M. Eyriaud des Vergnes lui a répondu; après quoi ce fut le tour de M. Mercet, représentant de la Compagnie Thomson-Houston, qui fit l'historique des travaux de M. Thomson en ce qui concerne la traction électrique. Vinrent ensuite le maire du Bouscat, le député Duvigneau, qui émit le vœu de voir bientôt se créer à Bordeaux d'autres lignes semblables à celle inaugurée aujourd'hui. M. Labat, député de la Gironde, a clos la série des discours par une allocution nourrie de faits au cours de laquelle il a tracé le tableau des progrès réalisés par l'industrie dans ces dernières années. Les progrès de la science, a-t-il dit en résumé, sont illimités; ils rendent à l'humanité les plus grands services, il serait à désirer que par eux, les hommes, unis par la communauté des intérêts, réalisent enfin la paix sociale.

Tous ces discours ont été écoutés attentivement et applaudis vigoureusement. Dans le silence général, l'impression était étrange d'entendre le vironnement des moteurs qui tournaient dans la salle contiguë. La ligne était livrée à l'exploitation; le public, manifestant bruyamment sa joie, envahissait les voitures qui partaient et revenaient bondées. Les invités sont rentrés à Bordeaux laissant la salle du banquet libre pour la préparation d'un grand bal qui eut lieu le soir. Les dernières voitures rentraient au remisage à trois heures du matin. Telle fut la physionomie fidèle de la petite fête industrielle à laquelle nous avons assisté, qui sera bientôt suivie d'une autre, car on nous annonce comme très prochaine la mise en exploitation de tout le réseau des tramways du Havre par les mêmes procédés.

ÉMILE DIEUDONNÉ.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Le système Bowden de joint pour câbles à haute tension

On sait les précautions qu'il faut prendre toutes les fois qu'il s'agit de raccorder entre elles des sections de câbles ou de prendre des dérivations, spécialement quand on a affaire à des conducteurs à haute tension. M. Bowden vient d'imaginer un dispositif de couplage qui permet de faire ou de défaire rapidement un joint, tout en assurant une isolation parfaite; on prétend qu'il est rigoureusement imperméable à l'humidité.

**

Digitized by Google

Ce joint est de très petites dimensions, 10 cm seulement de diamètre, ce qui permet de l'effectuer dans des boîtes de raccord peu importantes.

La figure 1 représente un de ces joints en place, tandis que la figure 2 montre les différentes parties qui y entrent. Le joint proprement dit,

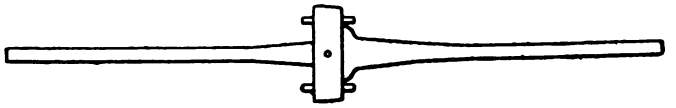


Fig. 1.

entre les parties métalliques des deux sections, est assuré par deux vis, l'une à droite, l'autre à gauche, soudées sur les extrémités des câbles et réunies par un écrou à double filetage. Cet écrou est soigneusement isolé, de manière à pouvoir être manié sans danger.

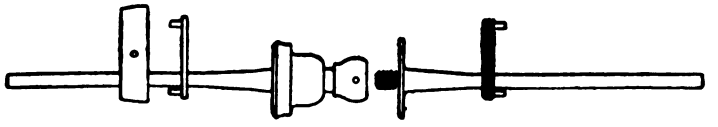


Fig. 2.

L'isolement et l'étanchéité sont assurés de la manière suivante : l'enveloppe en caoutchouc du conducteur est prolongée, d'un côté, en forme de disque (fig. 2) et, de l'autre, en forme de coupe ; ces deux pièces sont fortement pressées entre elles au moyen de deux pièces filetées et de la rondelle qu'on voit figure 2, après qu'on a rabattu la coupe de caoutchouc sur l'écrou de connexion intérieur.

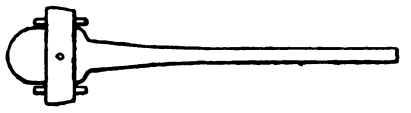


Fig. 3.

La figure 3 montre l'application du joint Bowden à l'extrémité d'un câble non utilisé, en vue de prévenir un accident possible et l'action de l'humidité.

Ces joints ont été appliqués avec succès, depuis quelque temps, par la Compagnie la *House to House electric Light C°*, de Londres.

E. M.

Les facteurs de charge des stations de tramways électriques

Les personnes dont l'attention a été attirée par l'intéressante question de la traction électrique des tramways savent, par consultation des diagrammes de marche des usines, quelles variations de charge se produisent dans le cours d'une journée. Ces changements peuvent être rangés en deux catégories distinctes : il y a d'abord les variations brusques, mais momentanées, qui surgissent au démarrage et à l'arrêt des véhicules, et aussi celles qui naissent à l'ascension des rampes ou à la descente ; en second lieu, les variations qui se présentent à intervalles périodiques répétés durant la journée lorsque le trafic de la ligne devient exceptionnellement lourd soit par la mise en service d'un plus grand nombre de voitures, soit par plus grande affluence de voyageurs ou pour ces deux raisons combinées.

M. Mailloux a établi cette distinction entre ces deux genres de changements : il a appelé les premières *fluctuations*, les secondes *variations*. M. Frank Lea, dans l'*Electrical Engineer*, les désigne respectivement sous les noms d'*ondulations* et *marées* (tides). Il en montre le contraste par les deux diagrammes ci-joint (fig. 1 et 2). Naturellement ce ne sont que des indications approximatives de la réalité. Le premier représente la puissance totale, pendant une journée de travail, distribuée sur une ligne à double voie de 12 km, presque toute en palier, avec un nombre de 20 à 30 voitures en service. Les cinq sommets de cette courbe correspondent au moment du transport des ouvriers à l'aube du jour, des employés et hommes d'affaires à huit heures, à midi, à six heures du soir, à la cessation du travail de la journée, enfin vers 10 h. 30 du soir à la fermeture des théâtres et lieux de plaisir.

En supposant une puissance moyenne de 260 chevaux avec un maximum de 400 chevaux, l'inspection du diagramme (fig. 1) fait voir qu'un facteur de charge favorable est assuré pour presque toute la durée de la journée de marche, puisque les variations les plus accusées ne

Digitized by Google

descendent pas en-dessous de 50 0/0 de la charge moyenne et ne s'élèvent pas de 70 0/0 au dessus.

Le second diagramme (fig. 2) est la reproduction d'une courbe de charge donnée, par M. J. Greathead, tracée par des instruments enregistreurs sur la ligne de *City and London railway*, avec sept trains en circulation sur la voie pendant une marche de cinq minutes. Dans cet intervalle de temps, la courbe de charge coupe ou touche la ligne de puissance moyenne dix fois et varie de 100 chevaux à 300 endéans deux minutes. Dans une station centrale d'éclairage électrique, les écarts de variation ne sont pas si importants ou si brusques. Encore, l'exemple des chemins de fer susmentionné, ne peut pas être

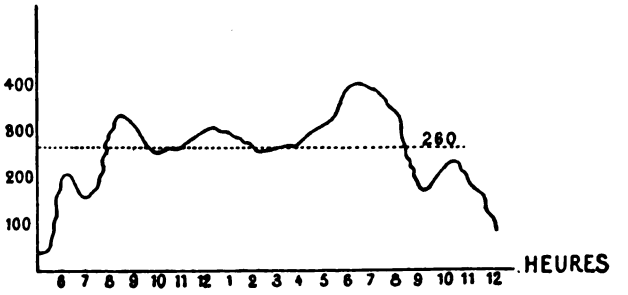


Fig. 1.

comparé avec une ligne de tramways puisqu'il présente des points d'arrêt déterminés, avec des stations placées au faîte des inclinaisons — permettant ainsi d'économiser l'énergie à la descente — et des trains régulièrement espacés, tandis que, sur un réseau de tramways, les démarrages, les arrêts, sont tout à fait arbitraires et que souvent deux ou trois voitures se succèdent de très près.

Les moteurs d'une station de tramways peuvent fonctionner, tout le long du jour, sous une charge moyenne de 60 0/0 peut-être, à la condition de posséder de bons moyens de réglage ou bien d'être munis de lourds volants dans le but de prévenir un soudain emballement lorsque la charge varie de zéro jusqu'à un maximum dans l'intervalle d'une minute ou deux.

Les variations momentanément grandes ou les ondulations — comme elles ont été appelées — de la charge dans un tramway sont trouvées presque inverses aux dimensions du système et au nombre de voitures en service ou dépendant de la régularité qui préside à l'envoi de ces dernières sur le réseau. Sur une ligne où il y a très peu de voitures, l'écart entre la moyenne et le maximum de la puissance est naturellement plus grand ; l'énergie maxima dépensée peut dépasser trois ou quatre fois l'énergie moyenne. D'autre part, là où la puissance se chiffre par centaines de chevaux, le rapport est beaucoup moindre et tend vers l'unité sous des conditions favorables.

On a préconisé l'emploi des accumulateurs ou d'autres réserves d'énergie emmagasinée durant les heures de faible charge, pour faire face aux demandes extraordinaires de puissance, l'usine, d'une capacité totale un peu supérieure à la moyenne, étant maintenue tout le temps à pleine charge.

Il est intéressant au point de vue de la con-

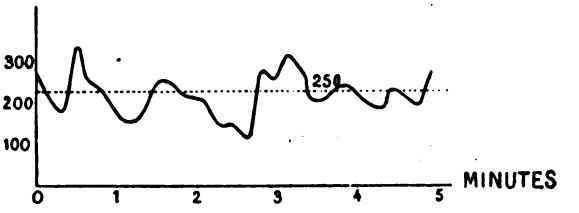


Fig. 2.

sommation de vapeur de comparer les deux méthodes : l'une à distribution directe, avec des machines fonctionnant, pour la plus grande partie du temps, à une charge un peu supérieure à la moitié ; l'autre supposant l'usage des accumulateurs avec de plus petites machines à charge entière, dans le but de montrer l'économie possible de charbon à réaliser.

Dans le cas hypothétique d'une puissance maxima de 400 chevaux et d'une moyenne seulement de 250 chevaux, M. Frank Lea estime qu'avec de bons moteurs compound à condensation, travaillant légèrement au-dessus de la moitié de la charge, la consommation de vapeur par cheval-heure sera d'environ 10,500 k, de sorte que pen-

Digitized by Google

dant 18 heures la consommation totale s'élèvera à 46 575 kg.

Avec des batteries, on pourrait employer de plus petits moteurs de même type marchant continuellement à pleine charge, en consommant 7,650 k par cheval-heure. La ligne serait directement alimentée pendant 11 heures sous charge entière de 250 chevaux, et pour le restant de la journée, pendant le temps de la faible charge, c'est-à-dire pendant 7 heures, on recueillerait environ 100 chevaux comme réserve emmagasinée dans la batterie, suffisante pour atteindre les sommets du diagramme.

Ceci donne un total d'environ 40 162 kg de vapeur, de beaucoup inférieur à celui dépensé par de plus grandes machines fonctionnant à moitié charge; mais, en revanche, il y a d'autres dépenses que le charbon à considérer. Le prix d'achat de ces batteries régulatrices est très considérable, tandis que l'intérêt et la dépréciation peuvent plus que compenser l'économie de vapeur. D'ailleurs, il y a là de sérieuses difficultés provenant de la différence de voltage entre les courants de charge et de décharge, de sorte qu'à moins d'appliquer des accumulateurs d'un modèle beaucoup plus grand qu'il n'est absolument nécessaire le voltage de la ligne doit varier d'une façon correspondant peut-être même plus qu'à la marche directe. Néanmoins, les accumulateurs sont susceptibles d'une application avantageuse, même en dépit de la complication additionnelle de l'installation. En ce qui concerne la question de ramener à un même niveau les sommets de la courbe, il est douteux qu'ils puissent agir d'une façon aussi satisfaisante, en présence d'ondulations qui varient de 50 0/0 en-dessous à 100 0/0 en-dessus de la moyenne normale dans un bref intervalle de temps de deux minutes.

M. Kapp avait, le premier, suggéré l'idée de l'emploi de moteurs à volants, distincts, sur différents points d'un système étendu pour agir comme réserve d'énergie pendant de très courts intervalles de temps. Si le réseau de lignes de tramway est condensé plutôt que clairsemé, il n'y a aucune raison pour que cette énergie en réserve ne soit pas appliquée à la station génératrice, où il est facile de disposer de lourdes poulies sous le moteur et sur l'arbre de la dynamo.

L'énergie fournie par un volant employé de cette manière est naturellement subordonnée à plusieurs facteurs — le poids, la vitesse et le diamètre, — et pour obtenir la quantité d'énergie en réserve dans la ligne type considérée précédemment — savoir 150 chevaux — il serait suffisant de prévoir une paire de volants, chacun de 1,80 m de diamètre moyen, d'un poids de 4 tonnes et permettant à la vitesse de tomber de 700 à 500 révolutions par minute. On acquerrait ainsi sur chaque volant une puissance de 80 à 90 chevaux suffisante pour porter en toute sûreté la charge au-dessus des sommets réprésentant les amplitudes positives des fluctuations de la charge, en prenant comme base la ligne de la puissance moyenne.

Sur la ligne de City and South London railway, par exemple, les poulies de commande de la machine ont un diamètre de 4,20 m et un poids de 14 tonnes, se déplaçant à la vitesse de 100 révolutions par minute et servant à emmagasiner une quantité d'énergie suffisante pour maintenir une vitesse parfaitement constante avec une variation de 80 chevaux en une seule minute, même avec des machines à marche lente.

Avec des moteurs accouplés directement aux dynamos, d'un usage si généralement répandu, les volants peuvent agir similairement comme magasins d'énergie; mieux peut-être, parce que les glissements et autres pertes dues aux courroies sont évités; en réduisant les diamètres proportionnellement aux accroissements de vitesse de l'axe de la machine, des poulies convenables donneront la réserve nécessaire que les machines soient du type Willans marchant à 300 ou 400 révolutions par minute, ou bien des turbines à vapeur fonctionnant à des vitesses dix fois plus grandes.

Lorsque les moteurs actionnent les dynamos par courroie, il semble qu'il n'y ait aucune raison matérielle qui s'oppose à disposer un lourd volant sur l'axe même de la dynamo. Il n'y a pas de doute que, dans les installations des usines centrales du chemin de fer aérien de Liverpool et du tramway de South Staffordshire, les massives poulies cannelées montées sur chaque arbre de la dynamo doivent exercer une influence régulatrice considérable sur les variations de charges auxquelles font face les machines. L'essence de l'efficacité des volants comme régulateurs consiste dans la période extrêmement courte de leur action. C'est seulement pendant 20, 30, 40 secondes, une minute tout au plus, que se présente le maximum de charge, et, probablement, longtemps avant que la réserve d'énergie contenue dans le volant en rotation ait été épuisée, l'appareil de détente automatique aura suffisamment retardé la détente pour permettre à la machine de satisfaire à la puissance demandée.

E. D.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

Jugement rendu dans l'affaire Clémançon contre Maquaire

Le Tribunal,

Vu la connexité qui joint les clauses et statuant sur le tout par un seul et même jugement ;

Sur la demande de Maquaire, en paiement de 15 000 francs pour redevances, et sur la demande reconventionnelle de Clémançon :

Attendu que Clémançon expose que, suivant acte en date du 10 mai 1890, il a acquis de Maquaire la concession de l'exploitation en France et dans les colonies françaises d'une lampe électrique de l'invention du demandeur : qu'en vertu de ce contrat il a installé, chez divers de ses clients, les appareils dont il s'agit, fabriqués par Maquaire lui-même, et que leur fonctionnement défectueux n'a pas permis de les laisser en service : que la preuve serait établie que la lampe du demandeur serait d'un usage industriel impraticable ; que les conventions du 10 mai 1890 manqueraient donc de base et devaient être annulées pour cette cause ;

Mais attendu qu'aux termes de l'acte susvisé la seule garantie imposée à Maquaire était relative à la validité du brevet n° 190 085 qui lui avait été concédé, validité qui n'est d'ailleurs pas contestée, et qu'aucune réserve n'avait été mentionnée sur l'emploi plus ou moins pratique qui pourrait être fait de l'appareil dont s'agit ;

Qu'il ressort, d'ailleurs, des documents versés aux débats que la lampe Maquaire, brevetée dès le 19 avril 1888, a été, postérieurement à cette date, utilisée pour l'éclairage de divers endroits publics et que Clémançon, intéressé, par l'exercice même de sa profession, à l'étude de toutes les inventions relatives à l'éclairage électrique, a dû certainement se rendre compte alors de son fonctionnement ;

Qu'il est en outre justifié qu'avant de traiter avec Maquaire le défendeur a installé des lampes de l'invention de celui-ci dans ses propres ateliers, et qu'il a pu ainsi étudier les avantages et les inconvénients des appareils dont il allait se réserver le monopole ;

Que, dans ces conditions, il n'y a lieu pour le Tribunal de rechercher quelle est la valeur industrielle de la lampe Maquaire, mais qu'il convient seulement de considérer que Clémançon, en raison de sa compétence spéciale et de l'étude préalable qu'il avait faite de l'appareil dont s'agit, a traité en pleine connaissance de cause de sa valeur, et qu'il est, dès lors, mal fondé à demander la nullité de conventions dont Maquaire a régulièrement exécuté les clauses qui lui étaient imposées ;

Qu'il échet, en conséquence, en repoussant sa demande reconventionnelle en nullité de conventions et en dommages-intérêts, de l'obliger au paiement de la redevance de 15 000 francs, qu'il s'est engagé à verser à Maquaire pour la période écoulée depuis le 31 mai 1890 jusqu'au 1er décembre 1891 ;

Sur les 2 474,10 fr. fournitures de marchandises :

Attendu que Maquaire réclame de ce chef le payement de fourniture de lampes et d'accessoires livrés à Clémançon sur la demande de celui-ci ; qu'il est justifié et d'ailleurs non contesté que ces lampes sont conformes au modèle breveté sous le numéro 190 085 ; que, pour les mêmes motifs qui viennent d'être indiqués, il y a lieu d'obliger le défenseur à en payer la valeur dont le montant vérifié s'élève à la somme réclamée ;

Que, de ce qui précède, il ressort que Clémançon est débiteur à l'égard de Maquaire de la somme totale de 17 474,10 fr. au payement de laquelle il doit être tenu, en le déclarant mal fondé en toutes ses demandes, fins et conclusions.

Par ces motifs,

Condamne Clémançon par les voies de droit à payer à Maquaire, ès noms et qualités, la somme de 17 475, 10, fr. avec les intérêts de droit,

Déclare Clémançon mal fondé en toutes ses demandes, fins et conclusions ; l'en déboute ;

Et le condamne en tous les dépens.

Appel de ce jugement a été interjeté par M. Clémançon.

Me Bilhault-Durouget, son avocat, en a développé les conclusions tendant à faire déclarer nul, faute d'objet, et par suite d'erreur sur les qualités substantielles de la chose faisant l'objet des conventions, le contrat de concession de brevet, et demandé, subsidiairement, la nomination d'experts chargés de vérifier le fonctionnement et l'utilisation possible, pour un usage constant et pratique, des lampes électriques du système breveté.

Me Droz, avocat de M. Maquaire, reprenant et développant les motifs du jugement frappé d'appel, conclut à ce que la Cour maintienne les dispositions, sans s'arrêter aux conclusions subsidiaires, à fin d'expertise, prises par M. Clémançon, cette expertise ne pouvant être qu'inutile et sans objet, en présence des documents versés aux débats.

Sur les plaidoiries et conclusions de M. l'avocat général Bulot, la Cour, après délibéré, a confirmé par arrêt suivant :

La Cour,

Considérant qu'il n'est pas même allégué que le consentement de Clémançon ait été déterminé par des agissements pouvant le tromper sur la valeur industrielle et pratique des lampes du système breveté de Maquaire ;

Considérant que ses aptitudes techniques et l'étude préalable qu'il a faite lui donnaient une compétence spéciale pour apprécier le mérite du système de Maquaire, et traiter avec une entière connaissance de cause ; qu'il ne saurait donc s'en prendre qu'à lui-même si le fonctionnement des lampes n'a pas répondu à ses espérances, et ne peut arguer de nullité, pour cause d'erreur, la convention qu'il a librement consentie ;

Adoptant, au surplus, les motifs qui ont déterminé les premiers juges, sans s'arrêter ni avoir égard aux conclusions subsidiaires tendant à une expertise, laquelle serait inutile et sans objet ;

Considérant que, de ce qui précède, il résulte que la demande reconventionnelle de Clémançon à fin de dommages-intérêts ne saurait être accueillie ;

Met l'appellation à néant ;

Ordonne que ce dont est appel sortira son plein et entier effet, pour être exécuté selon sa forme et teneur ;

Déclare, en conséquence, Clémançon mal fondé en sa demande reconventionnelle, et l'en déboute ; le condamne à l'amende et aux dépens de son appel.

Digitized by Google

BREVETS D'INVENTION

231753. **Compagnie de Fives-Lille.** — Perfectionnement aux dynamos (25 juillet 1893).

231798 **Oudin.** — Générateur d'ozone (27 juillet 1893).

231818 **Crompton et Dowsing.** — Chauffage par l'électricité (28 juillet 1893).

231821 **Société l'Électrolyse.** — Production de cuivre électrolytique (28 juillet 1893).

231826 **Wiese et Kennedy.** — Régulateurs électriques (28 juillet 1893).

231829 **Maschinenfabrik Oerlikon.** — Moteurs à courants alternatifs (28 juillet 1893).

231831 **Schuckert et Cie.** — Lanterne pour foyer à arc (1er août 1893).

231846 **Crompton et Dowsing.** — Réglage de l'écoulement de l'énergie électrique (29 juillet 1893).

CHRONIQUE. — NOUVELLES

Fabrication des tubes par procédé électrolytique. — La fabrique Elmore de Schladern, en Allemagne, a produit, par voie électrolytique, le plus grand tube de cuivre qui ait été obtenu sans soudure jusqu'à présent. Il a 2 m d'ouverture et 4 m de longueur. Le courant d'électrolyse avait une intensité de 5 000 ampères. — D.

Le tramway électrique de Bordeaux-Bouscat à Vigean. — L'inauguration de cette ligne d'une longueur de 5 km a eu lieu le 17 courant en présence d'une nombreuse assistance. C'est la première ligne que la société Thomson-Houston livre à l'exploitation en France. Un très grand nombre d'invitations ont été lancées par cette société, qui offre à chaque invité la gratuité du voyage en chemin de fer. Nous donnerons prochainement la description de cette installation qui a été faite avec un soin tout particulier. — D.

L'étalon de lumière. — A la deuxième réunion de l'Institut américain des Ingénieurs électriciens, le professeur Houston a annoncé la formation d'un Comité pour terminer l'œuvre laissée inachevée par le Congrès de Chicago, plus spécialement en ce qui concerne la fixation de l'unité pratique d'éclairement.

Cette Commission se compose du Prof. E.-L. Nichols, de l'Université Cornell; Prof. Ch.-B. Cross, de l'Institut technologique du Massachusetts; M. Thomas Edison; D.-Louis Duncan, de l'Université John Hopkins; Prof. F.-B. Crokes, du Columbia College; Prof. Fessenders, de la Western University de Pensylvanie.

Espérons que ces sommités dans les sciences physiques et les applications électriques ne tarderont pas à trouver un étalon vraiment pratique, d'emploi facile, et mettront un terme aux énormités qu'on entend proférer tous les jours à propos des intensités lumineuses des foyers. — D.

Un nouveau téléphone. — Le journal *le Nord* nous signale une intéressante découverte :

« Entre Odessa et Nicolaïeff, on vient d'installer le nouveau système de téléphone imaginé par Gwozdeff, et dont tout le monde s'accorde à reconnaître les avantages.

« Ce téléphone se distingue, théoriquement et pratiquement, des systèmes existants en ce sens qu'il permet de transmettre la parole à de très grandes distances à l'aide du seul fil télégraphique, et sans déranger en quoi que ce soit le service ordinaire des dépêches. Particularité plus surprenante encore : on peut transmettre la parole par le même fil en plusieurs endroits à la fois ! Chaque appareil permet de converser, simultanément, dans quatre directions différentes.

« La possibilité d'utiliser les fils télégraphiques existants, sans interrompre le service des dépêches, rend l'installation du téléphone très peu coûteuse. Quant à la possibilité d'expédier des ordres en plusieurs endroits à la fois, on comprend sans peine combien elle est précieuse pour le service des signaux de chemins de fer et en cas de mobilisation. Il nous paraît inutile d'insister sur ces mérites, joints à ceux du bon marché et de la rapidité d'installation. Comme l'inventeur, animé des plus purs sentiments de patriotisme, ne demande aucune gratification du gouvernement russe pour sa belle découverte, on pourra, avec une minime dépense de quelques milliers de francs, établir dorénavant des communications téléphoniques entre toutes les villes que relient les fils du télégraphe.

« Le système de Gwozdeff, en employant des appareils mobiles avec des éléments très forts, permettra également de téléphoner d'un point quelconque aux stations voisines, à l'aide du fil télégraphique. On voit quels services il pourrait rendre, par conséquent, à l'armée, pendant les manœuvres ou en temps de guerre ». — M.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME VI

Académies et Sociétés savantes

Académie des sciences de Paris. 11, 28, 42, 59, 80, 92, 110, 222, 243, 274, 286, 322, 343, 378, 401, 428
Société française de physique..... 80, 92, 125, 428

Accumulateurs

Le nouvel accumulateur Gadot et Pisca..... 285
L'emploi des accumulateurs dans les stations centrales 367
Les appareils de contrôle des batteries d'accumulateurs employés à l'usine municipale des Halles, par M. Leroy..... 175
Les fabriques d'accumulateurs et le Conseil d'hygiène..... 151
Nouvelle composition de plaques d'accumulateurs.. 115

Appareils divers

Appareil de transmission asservie spécialement applicable à la manœuvre des réducteurs pour accumulateurs, par M. Leroy..... 441
Interrupteur automatique à mercure..... 32
Nouveau conjoncteur-disjoncteur spécial pour fortes intensités, système Leroy, par M. Leroy. 154
Nouvel appareil du lieutenant Fiske, de la marine américaine, pour déterminer la position d'un point éloigné, par M. Leroy..... 69
Sur un nouveau modèle de four électrique à reverbère et à électrodes mobiles, par Henri Moissan..... 401

Applications diverses

Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé, par H. Moissan..... 243
Appareil Howard pour la soudure électrique... 411
Bouées électriques..... 166
Composteur électrique..... 47
Concentration de l'acide sulfurique par l'électricité 369
Contrôleur électrique de rondes, système de Poulpiquet, par J.-A. Montpellier. 81
Curieuses expériences de chauffage électrique, par M. Leroy..... 26
Elévateur électrique..... 352
Embarcation électrique 15
Etude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique, par H. Moissan. 28
Fusion électrique des métaux par le procédé E. Taussig..... 191
Indicateur électrique de l'heure du départ des trains 64
La propulsion électrique sur les canaux..... 452
Le cuivrage de la coque des navires par l'électricité 368
L'électricité dans les mines..... 200
L'électricité dans l'exploitation des carrières, par Félix Leconte..... 25
L'électricité et les signaux maritimes..... 106
Les enclenchements électriques dans les chemins de fer, par L. Hubou..... 143
Le trottoir mobile à l'Exposition de Chicago, 294, 347
L'injection des bois par l'électricité..... 410
Machine électrique pour forger des arrondis.. 95
Navigation électrique sur les canaux de Venise. 332
Préparation au moyen du four électrique du siliciure de carbone cristallisé, par H. Moissan. 244
Tir du canon la nuit par l'électricité, par M. Leroy..... 189
Touage électro-magnétique, système de Bovet. 145

Bibliographie

Alternating currents of Electricity, par Gisbert Kapp..... 94
A manual of Telephonie, par Preece et Stubbs. 310
Câbles d'éclairage électrique et distribution de l'électricité, par S.-A. Russell, traduction de G. Formentin..... 248
Die Elektricität, par Schwartze, Japing et Wilkie. 404
Drum armatures and Commutators, par Marten Weymouth..... 278
Forschritte der Elektrotechnik, par K. Strecker. 310
Index de la Presse technique. 323, 348, 369, 383, 406, 428, 449
Les Annales de physique et de chimie, sous la direction du professeur G. Wiedemann..... 216
Notes et formules d'électricité industrielle, par R.-P. Bouquet..... 214
Populäre vorträge über Electricität Gehalten von dem Heizer und Machinistenverein Zurich, par R. Kopp..... 24
Praktische Dynamokonstruktion, par E. Schulz. 248
Referendum des ingénieurs. Enquête sur l'enseignement de la mécanique, par Dwelshauvers-Dery 432
Standard Tables for electric Wiremen, par M. Davis..... 431

Brevets d'invention

Brevets accordés. 14, 46, 113, 166, 199, 228, 263, 408, 451, 466
Certificats d'addition 114, 263

Canalisations électriques. — Fils et câbles

Le câble de Marseille à Tunis..... 199
Le câble télégraphique sous-marin des Açores. 264
Le système Bowden de joint pour câbles à haute tension..... 461
Protection des câbles électriques dans les ports militaires..... 168

Digitized by Google

Réglementation des canalisations d'électricité. 306, 325
Sur la résistance électrique du fil de cuivre pur, par LAGARDE 162
Sur les moyens d'augmenter la sécurité des distributions à courants alternatifs de haute tension, par G. CLAUDE..... 402
Un câble sous-marin établi entre la Nouvelle-Calédonie et le territoire du Queensland.... 310

Correspondance

Correspondance d'Angleterre. 10, 41, 58, 78, 106, 426
Correspondance d'Allemagne..... 259
Correspondance spéciale..... 460

Divers

Caoutchouc artificiel 183
Ce qu'a coûté l'Exposition de Chicago..... 231
Conférences de télégraphie militaire..... 372
Conférences pratiques de mesures électriques au Laboratoire central d'électricité..... 312
Cours d'électricité industrielle du Syndicat général des mécaniciens-chauffeurs de France et d'Algérie..... 278
Cours publics de la Faculté des sciences de Paris..... 409
Cours publics et gratuits de sciences appliquées aux arts au Conservatoire national des Arts et Métiers 351
Curieux accident à Buda-Pesth..... 352
Echos de l'Institut des Ingénieurs-Electriciens de Londres..... 116
Echos du Congrès des électriciens de Chicago. 216
Essais du caoutchouc..... 152
Exploitation des arbres à gutta-percha par le procédé de M. Dieudonné-Rigole, par J.-A. MONTPELLIER..... 56
Exposition internationale d'électricité à Genève. 231
Exposition universelle d'Anvers 1894..... 215
Grillage métallique pour globes..... 279
Introduction du système métrique aux Etats-Unis 231
La distribution électrique de l'heure à Berlin. 195
La force motrice par le gaz, par J. EMERSON DOWSON 224
La photographie des projectiles..... 95
La « Society of Arts » de Londres..... 352
La statue de Claude Chappe..... 152
L'éclairage au gaz par le bec Auer..... 332
L'escadre russe à Toulon..... 311
Le nouveau Laboratoire central d'électricité, par J.-A. MONTPELLIER 5
Le trottoir mobile de Chicago..... 294, 347
Le sens magnétique 115
Le turbo-moteur Parsons 184
Les conséquences d'un procès..... 228
Les courroies monstres de l'Exposition de Chicago..... 452
Les dangers d'incendie par l'électricité, par EM. DIEUDONNÉ..... 104
L'Exposition du Progrès au Palais de l'Industrie. 312
L'Exposition internationale du Progrès au Palais de l'Industrie, par M. LEROY..... 363
L'Exposition universelle de 1900..... 228, 293, 410
L'unification des filetages et des jauges de tréfilerie 199
Moteurs à gaz et dynamos..... 383
Nouveau laboratoire électrique..... 95
Nouvel isolant électrique..... 114
Perfectionnement des moyens de transmission de l'effort mécanique..... 111
Procédé de conservation des courroies..... 230
Programme des prix à décerner en 1894 par la Société industrielle de Mulhouse..... 47
Programme des prix à décerner en 1893 par la Société industrielle du Nord de la France... 48
Programme des prix proposés par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. 167
Programme du « Franklin Institute » de Philadelphie pour la session de 1893-1894..... 312
Rayonnement de différents corps réfractaires chauffés dans le four électrique, par J. VIOLLE. 59
Suites du Congrès de Chicago..... 296
Un incendie en pleine rue provoqué par une étincelle électrique..... 280
Un nouveau péril..... 293
Visite du roi des Belges à l'Institut électrotechnique de Liège..... 410

Dynamos. — Moteurs Transformateurs

Contribution théorique à l'étude des champs magnétiques tournants, par Félix LUCAS. 49, 75, 122, 139
L'emploi des moteurs à courant continu, par M. LEROY..... 312
Le calage des balais dans les dynamos à courant continu, par J. STANER..... 117
Le couplage en quantité des alternateurs, par J. STANER..... 233, 317
Le démarrage des moteurs à courants alternatifs et polyphasés..... 293
Le fonctionnement en parallèle des transformateurs, par W. MORDEY 128
Les dérangements des dynamos, par J.-A. MONTPELLIER..... 433, 455
Les moyens de diminuer les étincelles aux balais des machines dynamos à courants continus, par W.-Cam. RECHNIEWSKI. 65, 101, 177
Machines dynamos à potentiel constant et à vitesse variable..... 195
Nouvel enroulement de machines dynamos... 167
Quelques essais de très petits moteurs, par E. MEYLAN..... 206
Transformation des courants continus en courants alternatifs, par Félix LUCAS..... ... 17

Eclairage et stations centrales

Arc et incandescence, par A. BAINVILLE..... 97
Eclairage électrique de Buda-Pesth..... 16
Eclairage municipal..... 296
Installations d'éclairage et force motrice par courants polyphasés..... 96
La lumière électrique à Buda-Pesth..... 193
La lumière électrique à Cologne..... 95
La lumière électrique en Russie..... 264
Lanternes électriques sur les locomotives..... 294
L'éclairage électrique à Londres, par Ch. HAUBTMANN..... 333, 437
L'éclairage électrique à Lyon..... 16
L'éclairage électrique à Paris..... 200
L'éclairage électrique de la ville du Cap..... 200
L'éclairage électrique des rues de Munich..... 116
L'éclairage électrique en Angleterre..... 296
L'éclairage électrique municipal..... 167
L'électricité à Anvers..... 296
L'électricité à la nouvelle-Sorbonne..... 152

Digitized by Google

L'électricité à Lausanne..... 331
L'électricité au Japon..... 16
Le gaz et l'électricité aux Etats-Unis..... 279
Le nouvel éclairage électrique de la statue de Bartholdi..... 183
Le secteur de la rive gauche de Paris..... 229
Les comptes de l'éclairage électrique municipal de Glasgow..... 132
Les courants polyphasés aux Etats-Unis..... 332
Les globes diffuseurs système Frédureau, par Ch. HAUBTMANN..... 303,
Les illuminations électriques.....311, 375
Les moteurs à gaz et l'éclairage électrique.... 64
Les moteurs à gaz et les usines centrales..... 200
Les phares électriques, par A. BOCHET.....246, 261
L'inauguration de l'éclairage électrique de la Sorbonne..... 411
Station électrique de l'Hôtel Métropole à Monte-Carlo..... 72

Electricité atmosphérique. — Paratonnerres.— Magnétisme terrestre

Appareil d'enregistrement des coups de foudre. 216
Des observations magnétiques récemment faites en Russie, par M. VÉNUKOFF..... 222
La foudre et les fuites de gaz..... 294
Répartition des orages sur le globe..... 332
Valeur des éléments magnétiques déterminés à l'embouchure de la Léna, par A. DE TILLO. 274
Un cas de fulguration..... 370

Electricité générale. — Recherches théoriques et expérimentales

De l'emploi du mercure dans les égaliseurs de potentiel par écoulement, par G. GOURÉE DE VILLEMONTÉE..... 42
Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie, par R. BLONDLOT.... 343
Influence de l'état de la surface d'une électrode de platine sur sa capacité initiale de polarisation par J. COLIN..... 274
L'allongement du fer sous l'influence de l'aimantation..... 444
L'arc électrique sous pression..... 167
La répartition du potentiel dans l'arc soumis à une pression atmosphérique..... 132
Nouvelle méthode de réglage de l'énergie électrique, par F. MOORE..... 322
Production de l'ozone..... 275
Représentation des lignes de force..... 295
Représentation objective des lignes de force électrique..... 213
Sur le transport électrique de la chaleur, par L. HOULLEVIGUE..... 322
Sur les résidus de polarisation, par E. BOUTY.. 110
Sur l'hystérésis diélectrique, par R. ARNO..... 45
Sur l'hystérésis des diélectriques, par E. MEYLAN. 453

Electrochimie et électrométallurgie

Action de l'électricité sur la carburation du fer par cémentation, par Jules GARNIER..... 31
Epuration électrique des eaux potables..... 48
Epuration des eaux potables par l'électricité.. 132
Expériences sur les dépôts électrochimiques, par le Dr OETTEL..... 223
Extraction de l'antimoine de ses minerais par les procédés électriques..... 182
Fabrication de l'aniline par l'électrolyse..... 115
Fabrication des tubes par procédé électrolytique..... 466
Galvanoplastie d'or par le procédé Rivaud.... 165
Procédés électrolytiques de désinfection et d'épuration des eaux d'égout, par J.-A. MONTPELLIER..... 158
Production électrolytique du zinc au moyen de la blende..... 96
Sur la nature des électrodes dans les voltamètres..... 94
Sur la théorie de la pyro-électricité et de la piézo-électricité, par lord KELVIN..... 286

Electrophysiologie et électrothérapie

L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants ; mesure des champs magnétiques de grande fréquence, par le Dr A. D'ARSONVAL..... 59
Les effets du magnétisme sur le corps humain. 15
Mesure de la résistance électrique du corps humain, par MERGIER..... 125
Nouveau mode de transformation des courants de haute fréquence, par le Dr P. OUDIN..... 86
Sur certains effets physiologiques de la faradisation unipolaire, par Aug. CHARPENTIER..... 61
Sur les courants alternatifs de haute tension produits à l'aide de machines électrostatiques, par le Dr S. LEDUC..... 92

Instruments et méthodes de mesure. Photométrie

Appareil destiné à l'explication du pont de Wheatstone, par K. NOAK..... 131
Appareil portatif pour la mesure rapide de l'isolement des conducteurs, par E. DUCRETET et L. LEJEUNE..... 126
Compteur de la « General electric Company » de Londres..... 116
Compteur d'énergie électrique système Routin, par Em. DIEUDONNÉ..... 185
Compteur électrique Perry, par M. LEROY..... 8
Compteur temporaire d'énergie électrique, par Ch. HAUBTMANN..... 424
La mesure de la résistance d'isolement..... 215
La mesure des courants de haute fréquence.... 230
« L'Eclair », compteur d'énergie électrique, par W.-C. RECHNIEWSKI..... 249
Le voltmètre électrostatique de Kennely..... 347
Les mesures électriques au moyen de l'électrodynamomètre, par Em. DIEUDONNÉ..... 39
Les voltmètres et ampèremètres à pièces de fer doux, par E. MEYLAN..... 217
Les voltmètres et ampèremètres Weston pour tramways, par E. MEYLAN..... 297
L'étalon de lumière..... 466
Mesure de la résistance d'un ensemble de circuits dérivés..... 47
Nouveau dispositif d'appareils de mesure. Voltmètres et ampèremètres Kennely..... 373
Ohmmètre Carpentier..... 11
Photomètre Simonoff..... 295
Sur la mesure des coefficients d'induction, par H. ABRAHAM..... 379
Sur un procédé simple d'étalonnage des voltmètres à courants alternatifs, par E. MEYLAN. 265
Sur un procédé simple pour la production de courants alternatifs intenses. Etalonnage des

Digitized by Google

ampèremètres à courant alternatif, par E. Meylan 342
Voltmètre électrostatique Ayrton et Mather ... 44

Jurisprudence

Exploitation de l'éclairage électrique par les compagnies de gaz 231
Jugement rendu dans l'affaire Clémançon contre Maquaire 465
Jugement rendu par la Cour d'appel de Paris dans l'affaire intentée à M. Rousseau par la Société française d'accumulateurs Faure-Sellon-Volckmar 12
La Compagnie du gaz de Vire contre la Société locale d'électricité 148
La Société des lampes incandescentes contre Daniel Augé 62
La ville de Gaillac (Tarn) contre la Compagnie du gaz 387
MM. Zipernowski, Déri et Blathy contre la Compagnie internationale d'électricité de Tours 184, 198

Lampes

Influence de la réduction du prix d'achat des lampes à incandescence 352
Lampe à arc à charbons inclinés, par Em. Dieudonné 54
Lampe à arc Progrès, par M. Leroy 221
Lampe à incandescence à filament géminé 380
Lampe Puteaux, par Em. Dieudonné 301
Sur la diminution de l'intensité lumineuse et la consommation d'énergie des lampes à incandescence 92
Une nouvelle lampe à incandescence américaine 193

Nécrologie

Daniel Colladon 147
Edme Hippolyte Marié-Davy 148

Piles

Pile Tardy 146
Une pile piézo-électrique, par Lord Kelvin ... 223

Télégraphie

La télégraphie en France, par J.-A. Montpellier. 341
Le télautographe de Gray en service 280
Le service de la télégraphie militaire aux grandes manœuvres de 1893 331
Tableau commutateur télégraphique, système Mandroux, par J.-A. Montpellier 201, 269
Une nouvelle ligne télégraphique 293

Téléphonie

Communication téléphonique avec la Suisse. 166
La téléphonie à grande distance aux États-Unis. 332
La téléphonie en Suisse 410
La téléphonie sous-marine 230
L'hôtel central des Téléphones à Paris, par Em. Dieudonné 389, 413
Le téléphone dans un service de tramways ... 211
Le téléphone de campagne, système Gattinger. 444
Microphone Forbes 114
Transmission des signaux à distance par l'électricité, d'après M. Preece 276, 291
Un nouveau téléphone 466

Traction électrique

Association des chemins de fer et tramways de New-York 291
Contrepoids appliqué à la traction des tramways sur la rampe 331
Éducation des conducteurs de voitures électriques 216
La ligne de retour dans les tramways électriques. 344
La locomotive électrique Heilmann 216
La meilleure méthode de chauffage et d'éclairage des voitures de tramways 380
La traction électrique à Budapest 95
La traction électrique à Milan 370
La traction électrique des tramways par distribution à potentiel variable et intensité constante, par Em. Dieudonné 152
La traction électrique en Allemagne, tramways de Remscheid 295
L'électricité à Liège 280
L'électricité et les chemins de fer de montagne. 294
Le chauffage des tramways électriques 382
Le chauffage des tramways par la chaleur perdue dans les rhéostats des moteurs 311
Le chemin de fer de « City and South London ». 115, 230
Le chemin de fer électrique de Liverpool 96
Le chemin de fer électrique de montagne de Murren, par Em. Dieudonné 169
Le chemin de fer électrique souterrain de Londres 167, 200
Le fiacre électrique 372
Le poids mort des voitures et tramways 15
Le railway électrique aérien de Chicago, par E. Meylan 33
Le tramway de la place de la République à Romainville 331
Le tramway électrique de Bordeaux-Bouscat à Vigean 466
Le tramway électrique de Liège à Herstal, par Em. Dieudonné 353
Les facteurs de charge de stations de tramways électriques 462
Les locomotives électriques 200
Les tramways électriques 280
L'origine du mot « trolley » 115
Procédé de distribution du courant aux lignes de tramways électriques, par Em. Dieudonné. 241
Rupture d'un volant de 20 tonnes dans une usine de tramways 370
Service de « trains-éclair », par A. Willebond. 210
Traction électrique à Genève 332
Traction électrique par conducteur souterrain. 131
Un chemin de fer électrique souterrain à Bruxelles, par Em. Dieudonné 133
Une locomotive électrique de 30 tonnes à attaque directe sur essieu 129
Une voiture d'ambulance mue électriquement. 216

Transport de l'énergie

Distribution de force électrique et pneumatique 193
La grève des mineurs, par A. Moutier 281
Distribution de l'électricité d'une station centrale à deux cents localités 452
La transmission de l'énergie, par Em. Dieudonné 267
L'utilisation des chutes de la Loire 194

Digitized by Google

L'utilisation des chutes du Niagara, par G. Forbes..... 404
Transmission de la force dans les mines de sel..... 294
Transmission électrique à longue distance par courants alternatifs de 10 000 volts..... 213
Transport de force à Pavie..... 231
Transport de force dans les mines, par Ch. Haubtmann..... 256

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

A

Abraham (H.). — Sur la mesure des coefficients d'induction..... 379
Arno (Ricardo). — Sur l'hystérésis diélectrique. 45
Arsonval (d'). — L'autoconduction ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants, mesure des champs magnétiques de grande fréquence..... 59
Ayrton et Mather. — Voltmètre électrostatique 44

B

Bainville (A.). — Arc et incandescence..... 97
Blondlot (R.). — Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie..... 343
Bochet (A.). — Les phares électriques.....246, 261
Bouquet (R.-P.). — Notes et formules d'électricité industrielle..... 214
Bouty (E.). — Sur les résidus de polarisation. 110
Bovet (de). — Touage électro-magnétique..... 145
Bowden. — Système de joint pour câbles à haute tension..... 461

C

Carpentier. — Ohmmètre..... 11
Charpentier (Aug.). — Sur certains effets physiologiques de la faradisation unipolaire.... 61
Claude (G.). — Sur les moyens d'augmenter la sécurité des distributions à courants alternatifs de haute tension..... 102
Colin (J.). — Influence de l'état de la surface d'une électrode de platine sur sa capacité initiale de polarisation..... 274
Colladon. — Notice nécrologique..... 147

D

Davis (M.). — Standard Tables for electric Wiremen..... 431
Dieudonné (Em.). — Les mesures électriques au moyen de l'électrodynamomètre..... 39
— Lampe à arc à charbons inclinés..... 54
— Les dangers d'incendie par l'électricité..... 104
— Un chemin de fer électrique souterrain à Bruxelles..... 133
— La traction électrique des tramways par distribution à potentiel variable et intensité constante..... 152
— Le chemin de fer électrique de montagne de Murren..... 169
— Compteur d'énergie électrique, système Routin..... 185
— Procédé de distribution du courant aux lignes de tramways électriques..... 241
— La transmission de l'énergie..... 267
— Lampe «Puteaux»..... 301
— Le tramway électrique de Liège à Herstal. 353
— L'Hôtel central des Téléphones à Paris. 389, 413
— Correspondance spéciale..... 460
Dowson (J.-Emerson). — La force motrice par le gaz..... 224
Ducretet (E.) et Lejeune (L.). — Appareil portatif pour la mesure rapide de l'isolement des conducteurs..... 126
Dwelshauver-Dery. — Referendum des ingénieurs. Enquête sur l'enseignement de la mécanique..... 432
Forbes (G.). — L'utilisation des chutes du Niagara..... 404
Formentin (G.). — Voir Russel.

G

Garnier (Jules). — Action de l'électricité sur la carburation du fer par cémentation..... 31
Gattinger. — Le téléphone de campagne..... 444
Gourée de Villemontée (G.). — De l'emploi du mercure dans les égaliseurs de potentiel par écoulement..... 42

H

Haubtmann (Ch.). — Transport de force dans les mines..... 256
— Les globes diffuseurs système Frédureau... 303, 375
— L'éclairage électrique à Londres..... 333, 437
— Compteur temporaire d'énergie électrique.. 424
Houllevigue (L.). — Sur le transport électrique de la chaleur..... 322
Hubou (L.). — Les enclenchements électriques dans les chemins de fer..... 143

Digitized by Google

K

Kapp (Gisbert). — Alternating currents of Electricity 94
Kelvin (lord). — Une pile piézo-électrique.... 223
— Sur la théorie de la pyro-électricité et de la piézo-électricité 286
Kennelly. — Voltmètre électrostatique..... 347
Kopp (R.). — Populäre Vorträge über Electricität..... 214

L

Lagarde. — Sur la résistance électrique du fil de cuivre pur..... 162
Leconte (Félix). — L'électricité dans l'exploitation des carrières..... 25
Leduc (Dr S.). — Sur les courants alternatifs de haute tension produits à l'aide de machines électrostatiques..... 92
Lejeune (L.). — Voir Ducretet et Lejeune.
Leroy (M.). — Compteur électrique Perry..... 8
— Curieuses expériences de chauffage électrique. 26
— Nouvel appareil du lieutenant Fiske, de la marine américaine, pour déterminer la position d'un point éloigné..... 69
— Nouveau conjoncteur-disjoncteur spécial pour fortes intensités, système Leroy..... 154
— Les appareils de contrôle des batteries d'accumulateurs employés à l'usine municipale des Halles 175
— Tir du canon la nuit par l'électricité..... 189
— Lampe à arc Progrès 221
— L'emploi des moteurs à courant continu... 312
— L'Exposition internationale du Progrès au Palais de l'Industrie..... 363
— Appareil de transmission asservie spécialement applicable à la manœuvre des réducteurs pour accumulateurs 441
Lucas (Félix). — Transformation des courants continus en courants alternatifs..... 17
— Contribution théorique à l'étude des champs magnétiques tournants..... 49, 75, 122, 139

M

Marié-Davy. — Notice nécrologique..... 147
Mather. — Voir Ayrton et Mather.
Mergier. — Mesure de la résistance électrique du corps humain..... 125
Meylan (E.). — Le railway électrique aérien de Chicago 33
— Quelques essais de très petits moteurs.... 206
— Les voltmètres et ampèremètres à pièces de fer doux..... 217
— Sur un procédé simple d'étalonnage des voltmètres à courants alternatifs..... 265
— Les voltmètres et ampèremètres Weston pour tramways électriques..... 297
— Sur un procédé simple pour la production de courants alternatifs intenses. Etalonnage des ampèremètres à courant alternatif..... 342
— Nouveau dispositif d'appareils de mesure. Voltmètres et ampèremètres Kennely..... 373
— Sur l'hystérésis des diélectriques..... 453
Moissan (H.). — Etude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique 28
— Action de l'arc électrique sur le diamant, le bore amorphe et le silicium cristallisé..... 243
— Préparation au moyen du four électrique du siliciure de carbone cristallisé..... 244
— Sur un nouveau modèle de four électrique à reverbère et à électrodes mobiles..... 401
Montpellier (J.-A.). — Le nouveau Laboratoire central d'électricité..... 5
— Exploitation des arbres à gutta-percha par le procédé de M. Dieudonné-Rigole..... 56
— Contrôleur électrique de rondes, système de Poulpiquet..... 81
— Procédés électrolytiques de désinfection et d'épuration des eaux d'égouts..... 158
— Tableau commutateur télégraphique système Mandroux..... 201, 269
— La télégraphie en France..... 341
— Les dérangements des dynamos..... 433, 455
Moore (F.). — Nouvelle méthode de réglage de l'énergie électrique..... 322
Mordey (W.). — Le fonctionnement en parallèle des transformateurs..... 128
Moutier (A.). — La grève des mineurs..... 281

N

Noak (K.). — Appareil destiné à l'explication du pont de Wheatstone..... 131

O

Oettel (Dr). — Expérience sur les dépôts électrochimiques..... 223
Oudin (Dr P.). — Nouveau mode de transformation des courants de haute fréquence.... 86

P

Preece. — Transmission des signaux à distance par l'électricité..... 276, 291
Preece et Stubbs. — Manual of Telephonie.... 310

R

Rechniewski (W.-C.). — Les moyens de diminuer les étincelles aux balais des machines dynamos à courants continus..... 65, 101, 177
— « L'Eclair », compteur d'énergie électrique. 249
Rivaud. — Galvanoplastie d'or..... 165
Russell (S.-A).. — Câbles d'éclairage électrique et distribution de l'électricité, traduction de G. Formentin..... 248

S

Schulz. — Praktische Dynamokonstruktion... 248
Staner (J.). — Le calage des balais dans les dynamos à courant continu..... 117
— Le couplage en quantité des alternateurs, 233, 317
Strecker (K.). — Fortschritte der Elektrotechnik. 310
Stubbs. — Voir Preece et Stubbs.

T

Tardy. — Pile..... 146
Taussig. — Fusion électrique des métaux.... 191
Tillo (A. de). — Valeur des éléments magnétiques déterminés à l'embouchure de la Léna. 274

V

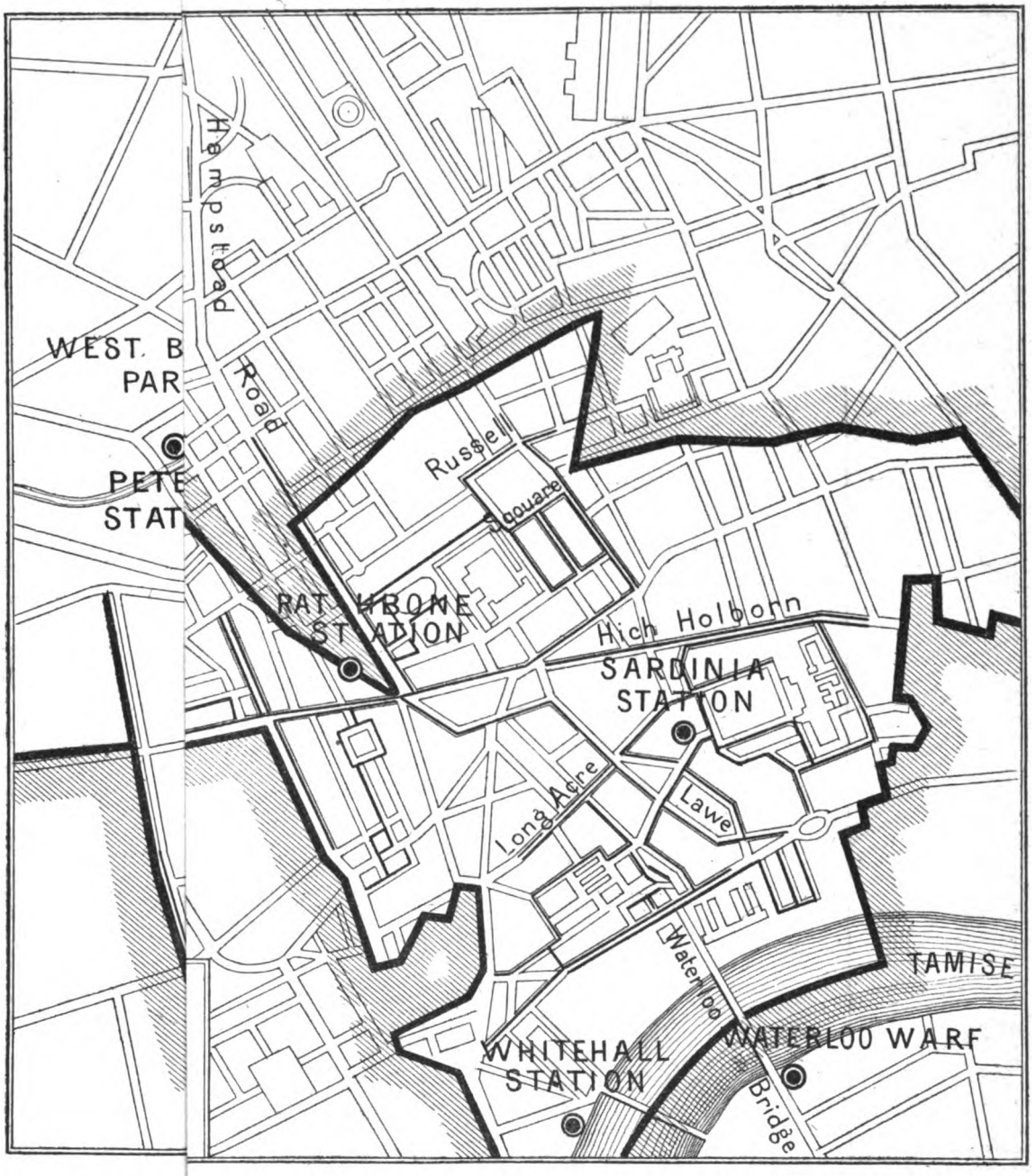
Venukoff. — Des observations magnétiques récemment faites en Russie..... 222
Violle (J.). — Rayonnement de différents corps réfractaires chauffés dans le four électrique. 59

W

Weymouth (M.) — Drum Armatures and Commutators..... 278
Willebond (A.). — Service de « trains-éclair ». 210

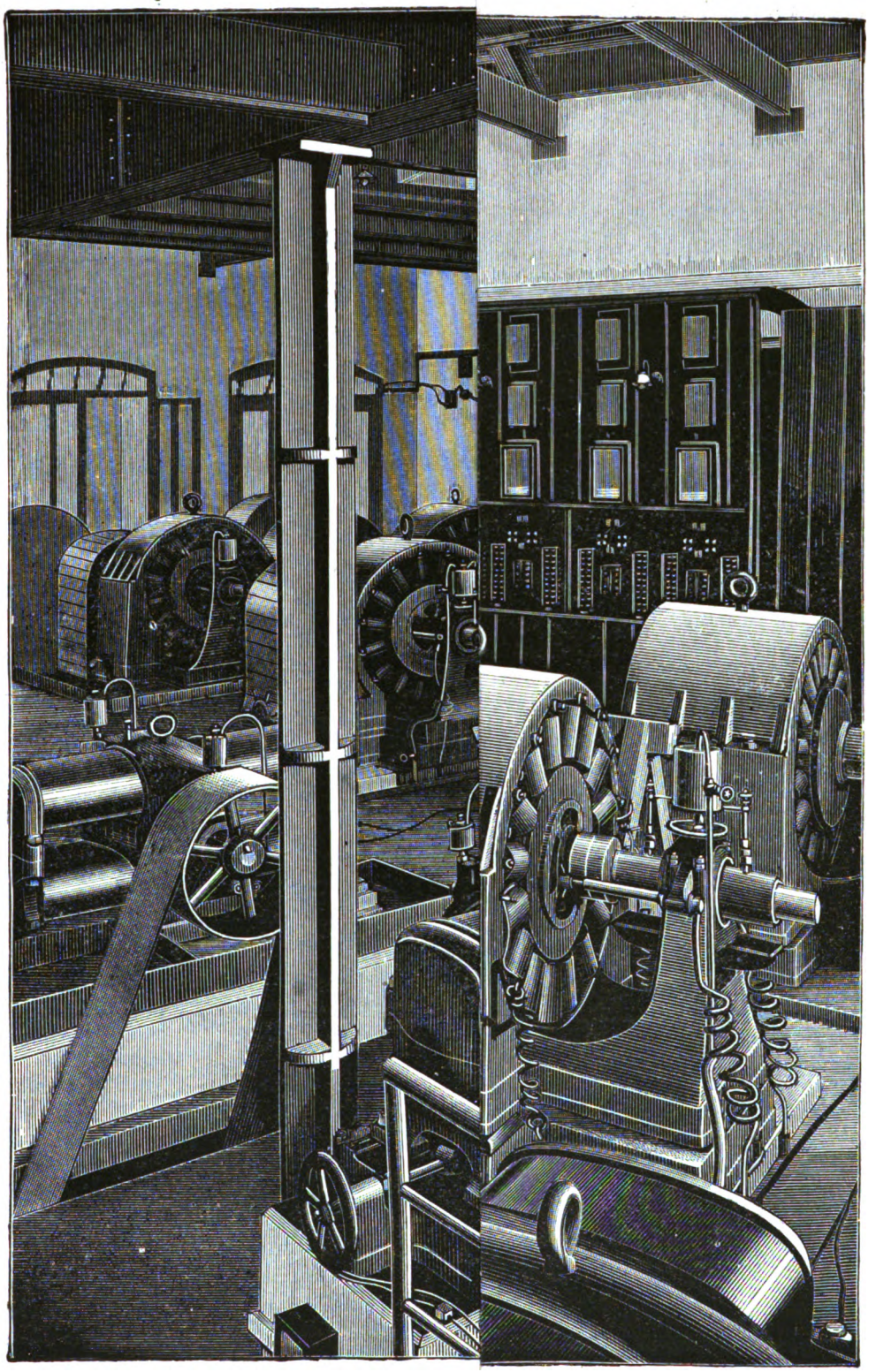
Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

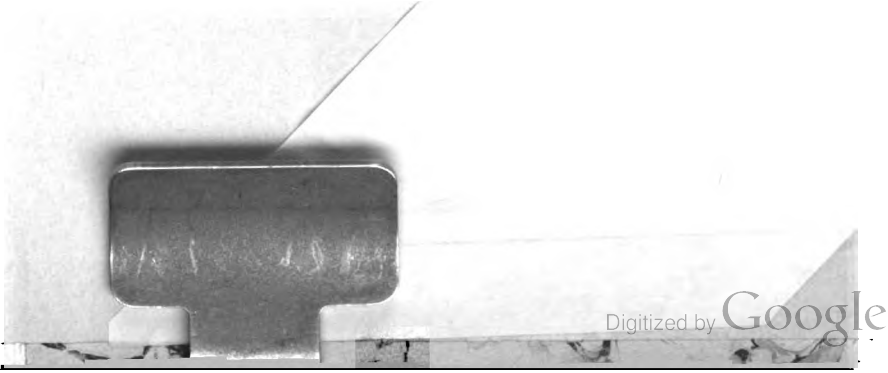


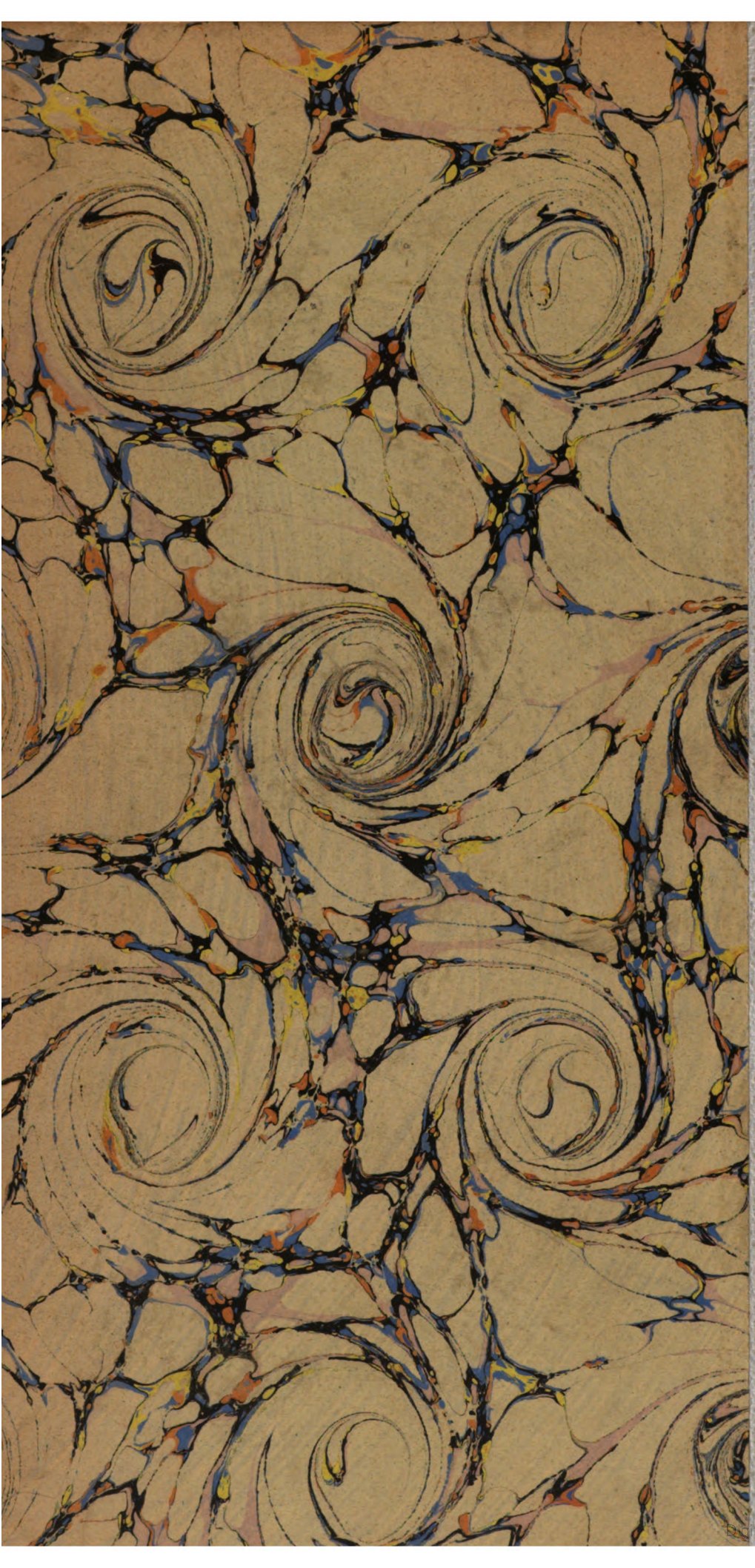
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google


Digitized by Google


Digitized by Google